

Universidad de Pinar del Río
“Hermanos Saíz Montes de Oca”



Sistema Automatizado de Gestión de Información sobre
Fuentes Contaminantes (SAGIFC)

Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en
Nuevas Tecnologías para la Educación

Autor: Ing. Dagoberto Rodríguez Valdés

Tutores: Dr. Osvaldo Adolfo Cuesta Santos.

MSc. Walfrido Novas Oramas.

Consultante: Dr. Santiago Jorge Rivera Pérez

Ciudad de Pinar del Río, julio 2007

Declaración de Autoría

Pinar del Río, 20 de Junio del 2007

“Año 49 de la Revolución”

Declaro que soy el único autor del presente trabajo y otorgo el derecho al Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, al Instituto de Meteorología, Centros Meteorológicos Provinciales del país y al Departamento de Informática de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca” hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Ing. Dagoberto Rodríguez Valdés

Tutor Dr. Osvaldo Adolfo Cuesta Santos

Tutor MSc. Walfrido Novas Oramas

Dedicatoria

A mi hija Melany, la luz que me guía.

A mis padres, razón de existir.

A mi esposa Aymara, por ser incondicional.

A mi hermano, por ser tan maravilloso.

Agradecimientos

Agradezco de modo especial a todas las personas que de una forma u otra hicieron posible este maravilloso momento en mi vida.

A la vida por haberme premiado con mi maravillosa hija Melany.

A mis padres por estar siempre a mi lado, por todo el amor y cariño, por enseñarme lo fundamental que deber tener una persona, saber caminar por la gran escuela de la vida, de forma correcta, sin ellos jamás habría llegado hasta aquí.

A mi esposa Aymara, por su amor, comprensión, cariño, apoyo y respeto, sin ella sería muy difícil realizar este sueño.

A mi hermano, por estar siempre a mi lado, por brindarme ese gran amor que siente por mi, muchas gracias.

A Yasmany, por su cariño y afecto.

A Lidia, por todo su apoyo y cariño.

A toda mi familia.

Al Dr. Osvaldo A. Cuesta Santos, por todo el apoyo y confianza brindada desde el inicio, por su constante dedicación, conocimientos y esfuerzos en su labor como tutor, sin él jamás hubiera realizado este sueño.

Al MSc Walfrido Novas Oramas, por guiarme por el camino correcto en la realización del presente trabajo, por brindarme su apoyo, confianza y respeto.

Al Dr. Santiago J. Ribera Pérez, por su apoyo, guía y confianza.

A la MSc Almara Sánchez Díaz, por todo su apoyo, confianza y respeto.

A Liuben Echevarria Pérez, por su apoyo y confianza.

A Oliver, por su apoyo y amistad.

A Iván, Jorge, Raúl, Alain, Dieris, Anairis, Yarelis, Zoika, Julio, Vladimir, Febles; por ser los hermanos que encontramos en el camino de la vida.

A la MSc. Caridad Salazar Alea, por todo el apoyo brindado, tanto en mi vida personal, como profesional, mis respetos y admiración.

También quiero reconocer el apoyo brindado por los siguientes compañeros que contribuyeron a la realización del presente trabajo: Dr. Antonio Wallo Vásquez, MSc. Arnaldo Collazo Aranda, Tec. María Victoria Miló, Ing. Vladimir Nuñez Caraballo, MSc.

Alawi Yahya Catan, Dr. Julio Cabrera Bermúdez, a los profesores del Dpto. de Informática y a mis compañeros de trabajo.

A Todos Muchas Gracias.

Resumen



Debido al crecimiento urbano e industrial, en los últimos años, en la provincia, se ha incrementado el grado de contaminación a la atmósfera. A esto se le añade la escasez ó la no realización de estudios para conocer la calidad de aire, por tal motivo, surge la necesidad de determinar las emisiones producidas a la atmósfera por las principales fuentes industriales; este estudio se realizó en dos zonas (las ciudades: Pinar de Río y Sandino), constituyendo el problema fundamental de la investigación, atendiendo a esto se trazaron los siguientes objetivos:

Obtener la información a partir del inventario de emisiones de las fuentes industriales estacionarias.

Crear una base de datos normalizada que permita la gestión de la información acerca del inventario de emisiones contaminantes.

Crear el sistema automatizado (SAGIFC).

Confeccionar un manual de usuario para facilitar el aprendizaje del sistema.

La propuesta de solución de la investigación se obtuvo a partir de la Norma Cubana (NC) 242: 2005 y el preprocesador meteorológico PCRAMMET. Para esto se desarrollaron las siguientes tareas científicas: revisión bibliográfica, entrevistas, diseño y creación de la base de datos normalizada, programación en Borland Delphi, puesta a punto del sistema, redacción del proyecto, entrega y discusión.

Como consideraciones finales se apreció que la aplicación servirá como base para realizar estudios posteriores sobre contaminación atmosférica, la misma será de gran aplicación en la gestión ambiental (planeamiento urbano, ubicación de las fuentes) de las regiones de estudio, también ayudará a estudiar la influencia de está sobre diversas enfermedades y sus posibilidades de prevenirlas, contribuyendo así, a elevar el sistema de vigilancia epidemiológico, y a la toma de decisiones.

Índice.	Pág.
Introducción.	1
Capítulo 1. Contaminación Atmosférica. Fundamentación	6
1.1 Caracterización de la gestión de contaminación atmosférica en el CMP	7
1.2 La contaminación atmosférica antecedentes	10
1.2.1 Algunas consideraciones históricas y legales que sustentan el control de las emisiones a la atmósfera	18
1.2.2 Teoría sobre modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos	26
1.3 Solución del problema con el empleo de las TIC	28
1.3.1 Municipio de Pinar del Río	30
1.3.2 Municipio Sandino	33
1.3.3 La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización [NC 242:2005]	34
1.3.3.1 Requisitos generales.	35
1.3.3.2 Información estática para cada fuente estacionaria.	35
1.3.3.3 Información del combustible.	39
1.3.3.4 Códigos de cada proceso industrial.	39
1.3.4 Datos meteorológicos.	39
1.3.4.1 Categorías de estabilidad atmosférica.	40
1.3.4.2 Altura de la capa de mezcla.	41
1.4 Modelo conceptual del problema.	42
1.5 Análisis de factibilidad.	45
1.5.1 El Modelo de Estimación de Costos COCOMO II.	45
1.5.2 Estimación del Costo.	46
1.5.3 Beneficios.	47
1.5.4 Análisis de costo / beneficio.	48
Capítulo 2. Tendencias y Tecnologías Actuales a Considerar	49

2.1	Valoración crítica de sistemas afines.	49
2.2	Justificación de la elección del tipo de Software creado.	53
2.3	Las Herramientas CASE	54
2.4	Sistemas Gestores de Bases de Datos.	58
2.5	Herramientas de programación.	60
2.6	Fundamentación de las Tecnologías y Herramientas a Utilizar.	61
Capítulo 3: Diseño e Implementación de SAGIFC.		62
3.1	Diseño de la Base de Datos.	63
3.2	Implementación de la Base de Datos.	67
3.3	Diseño de la Interfaz de Usuario de SAGIFC.	70
3.4	Diseño de la Interfaz.	76
3.5	Implementación de la Interfaz de Usuario de SAGIFC.	77
3.6	Diseño de la Seguridad de la Base de Datos.	83
3.7	Implementación de la seguridad de la Base de Datos.	84
3.8	Diseño de la Ayuda de SAGIFC.	87
3.9	Implementación de la ayuda de SAGIFC.	88
3.10	Navegación de SAGIFC.	89
Consideraciones Finales		93
Recomendaciones.		95
Referencias Bibliográficas		96
Bibliografía Consultada		100
Anexos.		106
Avales		166

Introducción



La alteración de la composición normal del aire es un hecho que se viene produciendo incluso desde antes de aparecer el hombre sobre la tierra: erupciones volcánicas, terremotos, incendios forestales, emanaciones de pantanos, etc., eran y son fuentes naturales de emisión que lanzan al aire grandes cantidades de sustancias ajenas a su normal composición.

En la mitad del siglo XIX se inicia el gran desarrollo para la humanidad, se instalan torres de extracción de petróleo, se crean grandes complejos industriales, grandes ciudades. Se mejoran las vías de comunicación y se construyen carreteras que conllevan la aparición de más industrias y más poblaciones.

El espectacular desarrollo de los medios de transporte de tracción mecánica y el incremento del confort han sido, igualmente, características destacadas del siglo XX.

Junto a la industrialización y el bienestar que ocasiona el aumento del nivel de vida, aparece uno de los mayores problemas que el hombre ha conocido la **CONTAMINACIÓN ATMÓSFERICA**.

En las ciudades de nuestra provincia, al igual que otras de Cuba, en los últimos años, se ha mantenido un crecimiento progresivo de la población y la actividad industrial, se ha comportado de forma muy similar en la última década, lo que ha potenciado que en algunos sectores se deteriore la calidad del aire y aumente la frecuencia de ocurrencia de algunas enfermedades como el asma bronquial, entre otras, debido a la influencia de contaminantes atmosféricos como son los principales compuestos gaseosos del nitrógeno (NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) y NH_3), el azufre atmosférico (SO_2 y H_2S), y del material particulado. Las estimaciones de la calidad del aire a escala local o regional resultan necesarias para la implementación de normas regulatorias para el control de la contaminación atmosférica producidas por fuentes industriales.

Debido a las potencialidades que posibilita la informática y a la creciente preocupación que existe no solo en el ámbito local, sino también a escala global, por los fenómenos que están

ocurriendo en el entorno atmosférico y los incalculables daños que estos provocan, se han destinado cuantiosos recursos financieros y humanos para facilitar las investigaciones que estén vinculadas con esta temática, que cada día se ve más involucrada con el desarrollo de la humanidad, por tal motivo existe una tendencia a nivel mundial, para desarrollar investigaciones serias que demuestren los distintos procesos que intervienen en la evolución de los contaminantes en la atmósfera, auxiliándose de los sistemas de cómputos, los cuales facilitan que se corran diversos modelos de dispersión de contaminantes con disímiles grado de sofisticación, simulando así su distribución espacial y el grado de concentración de las sustancias, siendo muy útil esta técnica, ya que sustituye las mediciones que son muy costosas y la mayoría de los país subdesarrollados no pueden asumir, para esto se hace necesario registrar información tecnológica y meteorológica en un sistema automatizado, que se utilice en la gestión de la información sobre contaminación de la atmósfera, proporcionando, de esta forma, los datos necesarios para correr los modelos de dispersión.

En el caso específico de la Provincia hay que señalar que los efectos de las fuentes contaminantes, no está dado por el número; si la comparamos con La Habana u otras ciudades de países desarrollados donde el desarrollo industrial es mucho mayor, ni por ser grandes emisoras salvo algunos casos como los Grupos Electrógenos, Fábricas de Piezas de Repuesto, las tintorerías, y los hospitales, entre otros. El problema viene dado por la ubicación neurálgica de algunas, específicamente las que se encuentran en pleno casco urbano. Es importante decir que algunas de estas fuentes tienen problemas constructivos o tecnológicos, debido a fallas en su diseño o por el largo tiempo de explotación lo que implica deficiencia en el control de las emisiones en la mayoría de los casos, enviando de esta forma a la atmósfera gases con % de contaminantes que no se pudieron eliminar en el proceso de combustión del combustible, agravando la situación de las mismas. También hay que destacar los casos en que fueron construidas en zonas que en ese momento no afectaban asentamientos poblacionales; pero la vertiginosa y no muy bien planeada expansión urbanística ha causado que estas fuentes se conviertan en potencial peligro para la salud de la población. Como más adelante se plantea el contar con el software fruto de este trabajo apoyaría también al planeamiento urbanístico de nuestros asentamientos.

Para dar solución a esta situación se diseñó e implementó un Sistema Automatizado para la Gestión de Información sobre Fuentes Contaminantes (**SAGIFC**), el cual es capaz de mostrar de forma rápida y organizada la información, conociendo de esta forma las emisiones originadas en las zonas de estudios (ciudades Pinar del Río y Sandino); al mismo tiempo se utilizará como herramienta auxiliar que suministre los datos necesarios para poder realizar la ejecución de los modelos gaussianos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), de dispersión de contaminantes atmosféricos.

La implementación del sistema se hizo a través del entorno de programación Delphi 6 con Microsoft Access como gestor de base de datos y el CASE Rational Rose para crear los artefactos utilizados del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) con los que se caracterizó y modeló el sistema.

Para dar cumplimiento al desarrollo de este trabajo, el mismo se ha estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Contaminación Atmosférica. Fundamentación. Se comienza con la descripción del proceso de investigación. Seguidamente se realiza un análisis detallado a la temática de contaminación atmosférica, mencionando los principales modelos de dispersión para fuentes estacionarias que están al nivel del estado del arte internacional, a los que tributa información el sistema SAGIFC. Se muestra el Modelo Conceptual que permite conocer los objetos y sus relaciones y se concluye con el análisis de factibilidad sobre la implantación del software.

Capítulo II: Tendencias y tecnologías actuales a considerar. El capítulo se inicia con la valoración crítica de los sistemas afines, justificando de esta forma el tipo de software elegido, posteriormente se describen, analizan y comparan las tecnologías y herramientas de desarrollo posibles a emplear para realizar el producto propuesto sobre plataforma de programación, determinando las que serían utilizadas, justificándose su elección.

Capítulo III: Diseño e implementación de SAGIFC. Este capítulo como su nombre lo indica abarca los procesos de diseño e implementación de la Base de Datos, Interfaz de Usuario de SAGIFC, diseño de la Interfaz, la Seguridad de la Base de Datos, la Ayuda y el diseño de la Navegación de SAGIFC, presentando el basamento teórico empleado según los materiales consultados para cada uno de los epígrafes.

El presente trabajo ha participado en los siguientes eventos:

- Taller Nacional CONTAT'07. En Saludo al 5 de Junio del 2007. Día Mundial del Medio Ambiente. Centro de Contaminación y Química Atmosférica de Cuba. Instituto de Meteorología. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Sociedad Meteorológica de Cuba. Ciudad de la Habana. Cuba. Junio 2007.
- VIII Congreso Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACIS). Hotel Habana Libre Trip. Ciudad de la Habana. Cuba. Mayo 2007.
- Taller Tiempo-Clima-Contaminación Atmosférica y Salud. Centro Meteorológico Provincial. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación Territorial. Provincia Pinar del Río. Municipio Pinar del Río. Cuba. Mayo 2007.
- Pre-Congreso de la VI Convención sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación Territorial. Provincia de Pinar del Río. Municipio de Pinar del Río. Cuba. Marzo 2007.

Publicación:

- Rodríguez, D., Echevarría, L. (2007): Sistema Automatizado de Gestión de Información sobre Fuentes Contaminantes (SAGIFC). CD Memoria del

VIII Congreso Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACIS). Hotel Habana Libre Trip. Ciudad de la Habana. Cuba. Mayo 2007.

Capítulo 1

“Contaminación

Atmosférica”



En el capítulo se caracteriza la contaminación atmosférica como problema presente en la provincia, especificando los antecedentes desde el ámbito internacional y nacional; se muestran los elementos que hicieron posible la realización del trabajo con el empleo de las NTIC, y se analiza el modelo conceptual, concluyéndose con el análisis de factibilidad.

En el primer epígrafe se realiza la caracterización de la contaminación atmosférica en las ciudades de Pinar del Río y Sandino, determinándose el problema presente, el objeto a estudiar, el campo de acción, los objetivos generales y específicos, la hipótesis a seguir, el cumplimiento de las tareas para resolver los objetivos planteados, los métodos empleados para realizar la investigación, también se muestra el aporte práctico y se concluye con la novedad científica del presente trabajo.

En el segundo epígrafe se muestra una panorámica general sobre la temática de contaminación atmosférica, vista desde el plano internacional hasta las tendencias descritas en nuestro país, también se describen las bases teóricas que sustentan los modelos de dispersión a las cuales se le han aplicado múltiples soluciones numéricas, citando algunos modelos de dispersión de referencia internacional los cuales no aparecen establecido en la norma cubana como regulatorios en el país.

El tercer epígrafe muestra los distintos elementos utilizados para dar solución al problema planteado con el empleo de las NTIC.

En el cuarto epígrafe se analiza el modelo conceptual que permite apreciar los objetos empleados en el marco del problema, sus atributos y relaciones existentes entre estos, con lo cual se profundiza en el conocimiento de la temática.

En el quinto, y último epígrafe de este capítulo, se realiza el análisis de factibilidad, mostrando de esta forma el costo de SAGIFC, justificando así la aplicación de este trabajo.

1.1 Caracterización de la gestión de contaminación atmosférica en el CMP.

Desde hace varios años, en el Centro Meteorológico Provincial (CMP) de Pinar del Río, existe la necesidad de gestionar de forma eficiente la información sobre contaminación atmosférica, y estar en capacidad de estimar las emisiones originadas por fuentes industriales estacionarias. Además, poseer una herramienta para proporcionar datos a los modelos gaussianos de dispersión de contaminantes atmosféricos pertenecientes a la Agencia de Protección Ambiental (EPA), constituyendo este el **problema** científico del presente trabajo.

Para dar solución a la problemática planteada, se hace necesario delimitar con claridad el **objeto** que se investiga, el cual se enuncia como la contaminación atmosférica que generan las fuentes industriales estacionarias en las ciudades de Pinar del Río y Sandino. Determinándose así, como el **campo de acción**, las fuentes industriales estacionarias en las ciudades de Pinar del Río y Sandino.

A partir de la relación directamente proporcional entre el binomio objeto-objetivo, queda determinado como **objetivo general**: crear un Sistema Automatizado para la Gestión de Información de Contaminación Atmosférica (SAGIFC), tranzándose en correspondencia los siguientes objetivos específicos:

- Obtener la información a partir del inventario de emisiones de las fuentes industriales estacionarias, que generan contaminación atmosférica en las ciudades de Pinar del Río y Sandino.
- Crear una Base de Datos normalizada que permita la gestión de la información acerca del inventario de emisiones contaminantes.
- Crear un sistema automatizado (SAGIFC) que permita la gestión de la información sobre contaminación atmosférica contenida en la Base de Datos.
- Confeccionar un Manual de Usuario para la explotación del sistema automatizado de gestión de la información sobre contaminación atmosférica.

Una solución correcta del problema, está determinada por la siguiente **hipótesis**; si se cuenta con un sistema automatizado, para la gestión de información de la contaminación

atmosférica producida por fuentes industriales estacionarias, que permita la gestión de esos datos, para utilizarlo en el CMP, entonces se obtendría una mayor eficiencia en la consulta y obtención de información sobre dicha contaminación generada en las ciudades de Pinar del Río y Sandino.

La culminación satisfactoria de los objetivos, depende del cumplimiento adecuado de las **tareas**, para esto se trazaron los siguientes aspectos a resolver:

- Estudiar profundamente los procesos que se llevan a cabo en el CMP, para de esta forma diagnosticar y caracterizar el negocio.
- Confeccionar un listado de los requerimientos funcionales necesarios a partir del modelo de negocio obtenido.
- Entrevistas en las industrias al responsable de la actividad ambiental para recoger información tecnológica.
- Modelar el sistema.
- Obtener el diseño de una base de datos, única en su tipo, que registre la información de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos, y almacene datos meteorológicos suministrados por el software **ClimVar** (Variables Climáticas), necesarias para la corrida de modelos gaussianos, para fuentes fijas.
- Implementación y puesta a punto del software.
- Evaluar y probar la versión para determinar sus debilidades.
- Confeccionar la documentación necesaria para los usuarios del sistema.

En el cumplimiento de las tareas se utilizaron **métodos empíricos y teóricos** de investigación científica, quedando expresados de la siguiente forma:

Métodos *empíricos* que se utilizaron:

- La entrevista.
- El cuestionario

Se aplicaron **entrevistas** a especialistas de diferentes entidades: Centro de Contaminación Atmosférica del Instituto de Meteorología, Centro Provincial de Meteorología de Pinar del Río, Centro Provincial de Meteorología de Las Villas, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, CUBAENERGIA, profesores de la Universidad de Pinar del Río, Industrias, Fábricas, Hospitales y a la población; también sirvió de apoyo la experiencia en este campo de los especialistas de otras instituciones del país.

El **cuestionario**, al igual que las entrevistas, se les aplicó a especialistas de diferentes entidades: Centro de Contaminación Atmosférica del Instituto de Meteorología, Centro Provincial de Meteorología de Pinar del Río, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Industrias, Fábricas y Hospitales.

Métodos *teóricos* empleados:

- Histórico-Lógico.
- Análisis-Síntesis.
- Deducción-Inducción.
- Modelación.

El método **histórico-lógico** y **análisis-síntesis**, utilizados en la revisión bibliográfica, permitió determinar los antecedentes, evolución y comprensión de los diferentes elementos que están involucrados en la problemática planteada, las tendencias actuales de los medios informáticos en la gestión de información, además de mostrar con claridad los procesos que intervienen en la contaminación atmosférica.

La **deducción-inducción** se empleó en los procesos de captura de los requerimientos, de análisis y desarrollo del software y Base de Datos.

La **modelación** se aplicó en el diseño y confección de la Base de Datos y el software SAGIFC.

El **aporte práctico** de esta investigación consiste en la obtención del Sistema Automatizado para la Gestión de Información sobre Fuentes Contaminantes (SAGIFC), el cual sea capaz de mostrar de forma rápida y organizada la información, conociendo de esta forma las emisiones originadas en las zonas de estudios (ciudades Pinar del Río y Sandino). Al mismo tiempo se utilizará como herramienta que suministre los datos necesarios para poder realizar la ejecución de los modelos gaussianos (de la Agencia de Protección Ambiental (EPA)), de dispersión de contaminantes atmosféricos.

La **novedad científica** de la investigación es la obtención del software SAGIFC para gestión de la información de contaminación atmosférica generada por fuentes industriales estacionarias.

1.2- La contaminación atmosférica antecedentes.

El impetuoso crecimiento de la sociedad contemporánea, condicionado por el desarrollo de la revolución científico - técnica, viene provocando desde hace algún tiempo preocupaciones crecientes entre investigadores, políticos y el público en general; ya que se asocia con daños cada vez mayores a las condiciones ambientales en las que el hombre se ha adaptado a vivir.

La calidad del medio ambiente atmosférico, interpretada como el conjunto de características físicas (relacionadas con el clima) y químicas (relacionadas con la contaminación del aire) de la atmósfera producto de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza no escapa de esta situación. Aún cuando todavía hoy no se conoce completamente el papel que juegan las actividades humanas en la disminución de la calidad de la atmósfera, se puede asegurar que los contaminantes están modificando la composición química y física de esta, introduciendo transformaciones que pueden variar el clima actual, no sólo en el ámbito local sino también a escala global. Estas modificaciones se reflejan, además, en el rápido deterioro de los materiales y en afectaciones de diverso grado a los ecosistemas y a la salud humana, con el consiguiente impacto en la calidad de vida de los seres vivos.

Si bien los impactos más dramáticos de los cambios a escala global no deben producirse quizás hasta mediados del siglo XXI, no puede ni debe esperarse a la aparición de las primeras evidencias para comenzar a actuar en consecuencia. Sin embargo, con independencia de la importancia que tiene la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para el logro de una atenuación de los impactos que inexorablemente se producirán en el planeta; hay ejemplos actuales, indiscutibles y plenamente demostrados que señalan la repercusión favorable que tendría también, para la salud del hombre, el mejoramiento de la calidad del medio ambiente atmosférico. Ejemplo: La disminución de la contaminación del aire y su efecto positivo sobre el comportamiento de las enfermedades respiratorias. En otras palabras, la problemática requiere atención hoy por su trascendencia futura, como sus implicaciones a corto plazo.

Para conocer con exactitud los problemas que confronta el medio ambiente atmosférico, es imprescindible el estudio de las características físicas y químicas de la atmósfera, la vigilancia de la calidad del aire, la búsqueda de las tendencias más relevantes descritas por los fenómenos y elementos dañinos que se verifiquen o detecten en él, así como el pronóstico de su estado futuro según el modo y la intensidad en que se desarrollen los procesos productivos. Las posibilidades con que cuenta la comunidad científica en nuestros tiempos para comenzar a incidir sobre situaciones adversas presentes o que se presentarán en las próximas décadas son bastante halagüeñas y, en este sentido, se puede afirmar que siempre que exista la voluntad política y los recursos financieros necesarios se realizarán acciones y estrategias para mitigar los efectos; pues nunca antes la humanidad se halló en mejores condiciones de conocer y evaluar en que medida sus actividades, más simples o más complejas, impactan sobre el medio ambiente atmosférico, y llegar, si es posible, hasta el pronóstico de su estado futuro según el modo y la intensidad en que se desarrollen los procesos productivos. Conociendo de antemano la influencia de estos factores sobre el estado de salud de la población, se puede simular, bajo las nuevas condiciones, cuál(es) será(n) la(s) respuesta(s) del conglomerado humano a dichas variaciones.

Las investigaciones vinculadas a la Contaminación Atmosférica se ejecutan en tres niveles, asociados principalmente a las diferentes escalas de los procesos meteorológicos. El nivel

de impacto, o local, está relacionado con las altas concentraciones que producen los centros industriales y urbanos; el nivel regional, al medio rural donde la actividad antropogénica es reducida y, por lo tanto, la concentración de las impurezas es menor; y el nivel global o de fondo, asociado a lugares remotos muy alejados de la actividad del hombre, donde las concentraciones de los elementos atmosféricos están muy cercanas a las normales con respecto a la composición natural de la atmósfera terrestre. **[Cuesta, 1993].**

En el ámbito internacional desde la segunda mitad del siglo XX, con motivo del creciente deterioro en el medio ambiente y en particular el entorno atmosférico, se comenzó a potenciar algunas acciones a nivel mundial para empezar a actuar sobre esta problemática. Desde 1957, a raíz de una conferencia en Milán sobre los aspectos de salud pública relacionados con la contaminación del aire en Europa, la Organización Mundial de la Salud (**OMS**) se ha preocupado por este tema, especialmente por sus efectos sobre la salud.

En 1965, el Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud (**OPS**) recomendó a su Director el establecimiento de programas de investigación de la contaminación del agua y del aire con el objeto de colaborar con los Gobiernos Miembros en el desarrollo de políticas adecuadas de control. Creándose en 1967 su programa regional de estaciones de muestreo de la contaminación del aire, ningún país conocía la magnitud real de sus problemas de contaminación atmosférica. Con esta iniciativa, a través del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (**CEPIS**) que iniciaba sus actividades, la OPS estableció la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (**REDPANAIRE**).

REDPANAIRE comenzó con ocho estaciones y hacia fines de 1973, ya contaba con un total de 88 estaciones distribuidas en 26 ciudades de 14 países. En 1980, REDPANAIRE discontinuó sus actividades y formó parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (**PNUMA**), como parte del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (**GEMS por sus siglas en inglés**). En 1990, el ex Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (**ECO**) de la OPS realizó

una encuesta sobre el estado de los programas de calidad del aire en América Latina y el Caribe. Los resultados de esta encuesta indicaron que sólo seis países habían establecido estándares de calidad del aire, diez habían desarrollado redes de monitoreo de la calidad del aire, nueve habían preparado inventarios de emisiones, cuatro habían establecido estrategias de control y cuatro habían llevado a cabo estudios epidemiológicos.

Durante la década de los noventa, la OMS organizó el Sistema de Información sobre la Gestión de la Calidad del Aire (**AMIS por sus siglas en inglés**) que tiene presencia a nivel mundial. En 1997, el programa GEMS se incorporó al AMIS. Actualmente, el AMIS brinda la información global requerida para el manejo racional de la calidad del aire que incluye el monitoreo de la concentración de contaminantes del aire, desarrollo de instrumentos para elaborar inventarios de emisiones y modelos de calidad del aire, estimación de los efectos sobre la salud pública a través de estudios epidemiológicos y la propuesta de planes de acción detallados para mejorar la calidad del aire. La participación en el AMIS vincula automáticamente a los países con una red de apoyo que cuenta con recursos y experiencia.

En años recientes, en respuesta a las recomendaciones de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en 1992 y los compromisos asumidos en la Cumbre de las Américas de 1994, la OPS junto con los esfuerzos de otros organismos multilaterales y bilaterales, ha promovido, coordinado y apoyado varias actividades relacionadas con la mejora de la calidad del aire, como por ejemplo, la eliminación del plomo en la gasolina.

En Cuba, se ha trabajado en diversos proyectos de investigación vinculados a la atmósfera, así lo muestran los resultados hallados en años recientes que reflejan estudios experimentales, donde se incluyen datos de la calidad del aire. [**Cuesta y colaboradores 2000 y 2001**].

Resultado 01. Caracterización del medio ambiente atmosférico en la zona de la ribera este de la Bahía de la Habana. Informe Técnico. [**Cuesta, O., et al; 2001**].

Otros resultados a destacar son el comportamiento de diferentes contaminantes como los compuestos del azufre y el nitrógeno, tanto a nivel nacional como en la Ciudad de La Habana a través de su análisis cualitativo es el de Wallo, A., et al; 2002, con más profundidad se ha logrado caracterizar este comportamiento en las zonas aledañas a la Bahía de La Habana a través del uso de los Sistemas de Información Geográficos (**SIG**) en los siguientes trabajos: Wallo A., et al; (2003a, 2004c y 2004d) y Sánchez et al (2004a y 2004b).

En el ámbito provincial corresponde a la tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Meteorológicas. [**Sánchez, A. 2005**] con el estudio correspondiente al comportamiento de las Infecciones Respiratorias Agudas (**IRA**) y Asma Bronquial (**AB**), su relación con el tiempo, clima y contaminación atmosférica en el municipio de Pinar del Río, se analizaron los datos climáticos y los mapas meteorológicos de superficie correspondientes al mismo período, por otro lado, se estudió el efecto de la contaminación atmosférica e intradomiciliar.

Un amplio estudio sobre inventario de emisiones, se ha realizado en nuestro país, así lo refleja el proyecto “Determinación de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero en Cuba Durante el Año 2002. El mismo fue desarrollado en el marco del Programa Ramal Científico Técnico “Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano” coordinado y financiado por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba y constituye la continuación del trabajo de estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI**) del país, abordado mediante la preparación de los inventarios correspondientes a los años 1990, 1994, 1996, 1998 y 2000 [**López et al., 1999, 2000, 2002 y 2003**].

También han servido de base para la preparación de los Reporte del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero de la República de Cuba correspondiente a diferentes años. Por este motivo, contribuyen al Convenio de las Partes sobre el Cambio Climático.

La preparación, actualización periódica, publicación y transmisión a la Conferencia de las Partes de la **CMNUCC** (Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático), de inventarios nacionales de las emisiones antrópicas por las fuentes y de las absorciones por los sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI), no controlados por el Protocolo de Montreal, es uno de los compromisos contraídos por todas las Partes de esta Convención. Cuba firmó la CMNUCC durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil (junio de 1992), la ratificó el 5 de enero de 1994 y su entrada en vigor para el país ocurrió el 5 de abril de 1994.

El objetivo final de esta Convención, es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

De conformidad con lo estipulado en el párrafo 1 del artículo 12 de la CMNUCC cada una de las Partes, que no figure en el Anexo 13 de la misma, presentará una Comunicación Nacional Inicial dentro del plazo de tres años, contados desde que entró en vigor la Convención respecto de esa Parte o que disponga de los recursos financieros necesarios para ese fin. Uno de los componentes fundamentales de la Comunicación Nacional es el Inventario Nacional de Gases de Invernadero. Los resultados de las ediciones del inventario correspondientes a 1990 y 1994, forman parte de la Comunicación Inicial de Cuba a la CMNUCC (INSMET/GNCC, 2001), mientras que los reportes del inventario para los años 1996, 1998, 2000 y 2002 formarán parte de la Segunda Comunicación.

Metodologías comparables deben ser utilizadas al compilar el inventario de modo que los resultados nacionales puedan ser comparados de una forma consistente. Las Guías Revisadas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (**IPCC**) de 1996 [**IPCC-OECD-IEA, 1997**] para Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero son las aprobadas por la Conferencia de las Partes para este objetivo y fueron las utilizadas en Cuba como

base para la preparación de los reportes del inventario preparados hasta el momento. Dada la necesidad de mejorar los inventarios nacionales de gases de invernadero y determinar las incertidumbres de las emisiones, el (IPCC), preparó las Guías en Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres (**GBP**) [IPCC, 2000]. Ese reporte, proporciona guías para asistir a los países en la preparación de inventarios que:

- No sobrestimen o subestimen las emisiones tanto como puede ser juzgado y que,
- Las incertidumbres sean reducidas tanto como sea factible

A este fin, apoyan el desarrollo de inventarios que son transparentes, documentados, consistentes en el tiempo, completos, comparables, evaluados para incertidumbres, sujetos a control y aseguramiento de calidad y eficientes en el uso de recursos. Estas [IPCC, 2000], cubren por el momento solamente las emisiones de GEI de efecto directo para un grupo importante de fuentes y categorías de fuentes.

En el año 2003 el IPCC, a través de su Programa de Inventarios Nacionales de GEI, publicó las Guías de Buenas Prácticas para la determinación de las emisiones y absorciones de GEI relacionadas con el Uso, Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura [IPCC, 2003]. Estas guías proporcionan buenas prácticas para este sector y resuelven muchos de los problemas detectados en el uso de las Guías Revisadas (**GR**) [IPCC-OECD-IEA, 1997] para el cambio de uso de la tierra y la Silvicultura. Adicionalmente, actualizan informaciones necesarias para los cálculos (datos de actividad y parámetros de emisión).

Como se puede apreciar existe un alto conocimiento en el país para el desarrollo de estos inventarios los cuales tienen como objetivo principal cumplir con convenios internacionales, así como obtener el conocimiento para poder enfrentar políticas ambientales sustentables en diversos sectores productivos.

El proceso del desarrollo con el objetivo de dar solución a las necesidades crecientes de la humanidad, y la lucha por obtener una calidad de vida óptima, impele al hombre a realizar determinadas acciones, que si bien van dando respuestas a los requerimientos socio-económicos planteados, por otra parte agudizan viejos problemas y crean otros nuevos que atentan contra el medio ambiente, poniendo en peligro el logro de un desarrollo armónico y

sostenible. Baste referenciar, por citar solo algunos ejemplos relacionados con la atmósfera y el clima planetario los siguientes: reducción de la capa de ozono mediante la expulsión de los llamados clorofluorcarbonos, aumento del calentamiento global mediante la emisión de los llamados Gases de Efecto de Invernadero (GEI), y las afectaciones a la calidad del aire debido a la expulsión a la atmósfera de sustancias contaminantes.

En última instancia, cualesquiera de los tres ejemplos citados, constituyen la incorporación al medio atmósfera, de sustancias que la contaminan de forma directa o indirecta, (reacciones secundarias con la formación de compuestos en muchos casos más nocivos y peligrosos que los inicialmente expulsados), y cuya diferencia sustancial radica en el tiempo de vida en la atmósfera y el momento durante el cual comienzan a manifestarse sus efectos e impactos

En esta investigación nos referimos fundamentalmente al tercero de los ejemplos citados, es decir, a aquellas sustancias que debido a las acciones humanas, comprometen o deterioran la calidad del aire de forma prácticamente inmediata y en oportunidades irreversible, y que no solo afectan al aire que respiramos, sino que a la vez actúan como un vector o agente transmisor, que es capaz de deteriorar al resto de los ecosistemas entre los cuales vivimos.

1.2.1- Algunas consideraciones históricas y legales que sustentan el control de las emisiones a la atmósfera

1. El deterioro del medio ambiente constituye, uno de los problemas capitales que la Humanidad tiene planteados en este nuevo siglo, problema que ha sido demostrado a la luz del desarrollo científico técnico. La explotación intensiva de los recursos naturales, el desarrollo tecnológico, la industrialización y el lógico proceso de urbanización de grandes áreas territoriales son fenómenos que, incontrolados, han llegado a amenazar en determinadas regiones la capacidad asimiladora y regeneradora de la Naturaleza, y que de no ser adecuadamente planificados, pueden provocar una perturbación irreversible del equilibrio ecológico general, cuyas consecuencias no son fácilmente previsibles.

2. La preocupación por estos temas alcanza dimensiones mundiales. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972). La universalidad del movimiento en favor de una defensa sistemática de la Naturaleza excluye radicalmente toda posible actitud de abstencionismo. El proyecto revolucionario cubano se define esencialmente por su carácter humanista y se caracteriza porque desde sus inicios se ha trazado, como principal objetivo, elevar el nivel y calidad de vida de la sociedad. Crecer económicamente, preservando el medio ambiente y en un marco de equidad social, son las premisas de Cuba en la búsqueda de la sostenibilidad del desarrollo.

No obstante estos propósitos, cabe advertir que el país no escapa a los problemas ambientales que caracterizan el contexto global. Ubicados en una perspectiva temporal, esta situación ambiental del país debe enmarcarse dentro del proceso histórico, económico y social por el que Cuba ha transitado.

Durante el período colonial, que transcurrió desde el Siglo XVI hasta 1902, la mitad de los bosques de la Isla fueron desbastados y reemplazados por áreas agrícolas para cultivos intensivos y para la ganadería. Fenómenos de deforestación, pérdida de suelos y de diversidad biológica, aparecieron asociados a este proceso.

La situación persistió y se agravó durante la primera mitad del Siglo XX, donde la cubierta boscosa del país se vio reducida hasta un 14%. A los problemas en curso se comenzaron a unir los asociados a los crecimientos en los asentamientos humanos. En contraste con el agravamiento de esta situación, los gobiernos de turno permanecían indiferentes al evidente deterioro de las condiciones ambientales del país

Al triunfar en 1959, la Revolución hereda una estructura económica deformada, con una base agropecuaria atrasada y escaso desarrollo industrial (concentrado principalmente en la industria azucarera), y un medio ambiente severo y negativamente impactado. Al propio tiempo existía una crítica situación social con altos niveles de pobreza, desempleo, analfabetismo y bajos niveles de salud.

Los esfuerzos del gobierno revolucionario se concentraron en revertir esta situación, con particular énfasis en los problemas sociales, lográndose la erradicación del analfabetismo y la pobreza extrema. Así, un intenso programa de repoblación forestal fue iniciado desde los primeros años.

Sin embargo, la etapa que ocupa las últimas cuatro décadas, ha tenido su propia contribución a los problemas ambientales del país, en particular, por los modelos de desarrollo agropecuario adoptados, que se basaron, sobre todo hasta finales de la década del 80, en el uso intenso de maquinarias agrícolas y altos consumos de productos químicos. Hay también un incremento de la contaminación de las aguas terrestres y marinas, tanto de origen industrial como doméstico.

La creciente conciencia sobre estos problemas, se expresa en el plano institucional en la década del 70. Así, en 1975, el Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba aprobó las Tesis sobre Política Científica, donde se subraya la necesidad de crear un órgano para la atención a los problemas del medio ambiente. En 1976 se crea la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y la Conservación de los Recursos Naturales (**COMARNA**) y ese mismo año, al promulgarse la Constitución de la República (1976), se introduce, en su Artículo 27, lo concerniente a la protección del medio ambiente.

El II Congreso del Partido celebrado en 1980, consideró la necesidad de elaborar la legislación adecuada para dar cumplimiento a las tareas vinculadas con la protección del medio ambiente, lo cual sentó las bases para la ulterior promulgación de la Ley 33 del 10 de enero de 1981, una de las leyes pioneras de América Latina en este campo.

La década del 90 marcó un momento de auge en la política y la gestión ambiental nacional. Cuba participó activamente en las reuniones del Comité Preparatorio de la Conferencia de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo, donde firma el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la que sería posteriormente ratificada y entró en vigor para el país el 5 de abril de 1994.

Apenas concluida la Cumbre, se introducen modificaciones al Artículo 27 de la Constitución de la República, declarándose como meta el alcanzar un desarrollo económico y social sobre el principio de la sustentabilidad.

En 1993 se elabora el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, que constituye la adecuación cubana a la Agenda 21. Este instrumento se concibió a partir de la combinación de los Programas de Desarrollo Económico y Social en ejecución o proyectados, con las condiciones y necesidades ambientales del país, teniendo a la vista los elementos esenciales de la Agenda 21. La elaboración del Programa tuvo lugar mediante un amplio proceso de participación social.

En abril de 1994, el Consejo de Estado, adopta el Decreto - Ley 147, "De la reorganización de la Administración Central del Estado", que entre otras cosas, establece la extinción de la COMARNA, cuyas atribuciones y funciones se transfieren al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (**CITMA**), creado por la propia legislación.

En 1997 el Gobierno aprobó la Estrategia Ambiental Nacional desarrollada por el CITMA. La Estrategia define los principales problemas ambientales del país e identifica los cursos de acción para su solución o mitigación. A partir de entonces se desarrolla y aplica un sistema de estrategias territoriales y sectoriales. En el presente, todos los territorios del país cuentan con una estrategia ambiental adecuada a sus particularidades y exigencias.

El Estado debe asumir una posición activa respecto a estos temas, y con mayor razón en aquellos países, como Cuba, en los que por el grado actual de industrialización no se han alcanzado aún niveles intolerables de degradación del medio ambiente, salvo en casos muy excepcionales. Precisamente porque no es aún demasiado tarde es por lo que los esfuerzos para la protección del medio ambiente atmosférico deben iniciarse sin más demora. Esta es la posición que la República de Cuba mantiene como aparece reflejado en el texto de su constitución.

3. Con todo, la dificultad primaria de los programas de defensa del medio ambiente radica en su extrema complejidad, lo que obliga, más que en ninguna otra acción del Gobierno, a una actuación coordinada. La defensa del paisaje, la restauración y mejora de las zonas de interés natural y artístico, las cuencas hidrográficas, la contaminación del aire, de las aguas continentales y marítimas y del suelo por la utilización abusiva de pesticidas y abonos, la protección de biodiversidad, la sequía, la lucha contra los incendios y las plagas forestales, la eliminación o tratamiento de los residuos, la defensa de los bosques y áreas verdes, la reinstalación de las industrias fuera de las zonas urbanas residenciales, la lucha contra el ruido y tantos otros, no son sino aspectos parciales de una política general de múltiples facetas, en buena parte inexploradas, y cuya comprensión y ordenación global exige unos instrumentos legales que es necesario instrumentar. Ya contamos con una Ley general para la protección del medio ambiente, se hace necesario en la actualidad leyes y decretos más específicos como la relacionada con la protección de la atmósfera: la falta de experiencia en no pocos aspectos, la necesaria dosificación de los medios económicos que han de afectarse a estas atenciones, el diverso desarrollo de los estudios en unos y otros temas, el diferente grado de urgencia de los problemas planteados, aconsejan al Gobierno adoptar una actitud pragmática e iniciar sus programas de actuación con regulaciones sectoriales, comenzando por el tema, ya grave en muchas de nuestras aglomeraciones urbanas, de la contaminación del aire; problema que ha de abordarse teniendo muy presente que la Naturaleza es una unidad y que, por lo tanto, actuar para preservar la atmósfera de elementos contaminantes puede, si no se considera el problema en su conjunto, tener consecuencias negativas inmediatas sobre otros aspectos del medio ambiente como el agua y el suelo. El aire es un elemento indispensable para la vida y, por tanto, su utilización debe estar sujeta a unas normas que eviten el deterioro de su calidad, por abuso o uso indebido del mismo, de tal modo que se preserve su pureza dentro de unos límites que no perturben el normal desarrollo de los seres vivos sobre la Tierra, ni atenten contra el patrimonio natural y construido de la Humanidad. Nuestra generación tiene el deber de proteger para legar un mundo limpio y habitable a las generaciones futuras y hacer valedero el precepto de un desarrollo sostenible. El aire es un bien común limitado y su utilización o disfrute debe supeditarse a los superiores intereses de la comunidad frente a los intereses individuales. La saturación de la atmósfera -es decir, el agotamiento de todas sus posibilidades de

asimilación de nuevos contaminantes por haberse alcanzado los niveles de contaminación máximos legalmente admisibles-, producida por las emisiones de contaminantes provenientes de las actividades ubicadas en una zona determinada, deberá encontrar como justificación, en último extremo, un adecuado retorno a la comunidad en forma de un mayor bienestar para la mayoría de los individuos que la componen. Por consiguiente, la saturación del medio atmosférico por las emisiones de un foco contaminador perteneciente a una actividad que, aún cumpliendo las normas sobre niveles máximos de emisión, aporte a la comunidad unos beneficios que no compensen los perjuicios que produce a la salud pública, podrá ser declarada ilegal, y la actividad causante de esta perturbación podrá ser sometida, por la fuerza del Derecho, a normas de emisión e inmisión más estrictas con el fin de dejar paso a otras actividades que satisfagan mejor los intereses económicos, sociales y comunitarios. Es, pues, necesario, considerar que las normas sobre las emisiones e inmisiones son índices que no deben ser considerables como valores absolutos, sino que, según las condiciones de cada caso particular, pueden ser ajustadas en orden a su integración en un sistema de optimización. Los controles realizados sobre la presencia de sustancias contaminantes en la atmósfera revelan una tendencia al alza del índice de contaminación en diversas áreas del territorio nacional, lo cual requiere de una urgente acción para lograr su contención dentro de unos niveles máximos admisibles, al objeto de evitar que puedan presentarse graves situaciones de incomodidad y morbilidad en la población localizada en determinadas zonas de alta concentración demográfica e industrial, en donde la creciente expansión económica produce un efecto multiplicador en la utilización y funcionamiento de focos emisores de contaminantes

Las normas que se promulgan deben surgir de un compromiso entre las exigencias higiénico-sanitarias y los imperativos económicos -impuestos por las disponibilidades globales y efectivas de recursos financieros para cada sector, y por la competitividad en el mercado internacional- y, finalmente, las posibilidades técnicas de la depuración de las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera, de acuerdo con los conocimientos tecnológicos del momento. El titular de las actividades contaminadoras debe tomar plena conciencia de que la reducción de las emisiones a la atmósfera por el funcionamiento de las

mismas es un capítulo de sus costos de producción o gastos de mantenimiento con el que siempre debe contar.

Consciente de la gravedad del problema, el Gobierno debe, en casos justificados, ayudar a las empresas a corregir sus emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera mediante la concesión de créditos en condiciones favorables, de subvenciones y beneficios tributarios, además del apoyo tecnológico preciso. Todo ello, en el supuesto de que dichos industriales tengan en pleno funcionamiento las medidas correctoras exigidas por la legislación ambiental vigente, y en atención, a que las inversiones en instalaciones de depuración generalmente no son productivas, ni van destinadas a mejorar la productividad o a sanear la economía de la empresa, constituyendo un nuevo concepto que gravita sobre los costos de fabricación.

Para que el saneamiento de la atmósfera del país pueda llevarse a efecto, es preciso prever los medios instrumentales y humanos, mínimos indispensables, para efectuar una labor de control, vigilancia, asesoramiento y corrección. En resumen, la lucha contra la contaminación atmosférica presenta dos vertientes esenciales, constituida una por la defensa con criterios higiénico-sanitarios de la calidad del aire, a través de la exigencia de los correspondientes niveles de inmisión; la otra, por el establecimiento de unos límites máximos de emisión de contaminantes en los focos emisores, constituidos fundamentalmente por instalaciones o productos industriales. Esta perspectiva técnica, sin embargo, no debe hacer olvidar el núcleo esencial de la política del medio ambiente, cuya protección, que debe ser prioritaria en ciertas regiones, no es ni debe hacerse incompatible con el crecimiento económico de las mismas y, mucho menos, con el de las zonas de menos desarrollo económico del país, crecimiento este último que es esencial para la solución de sus problemas humanos. El Gobierno debe actuar teniendo presente el hecho de que el crecimiento económico, si se planifica en forma satisfactoria, no tiene por qué provocar daños ambientales irreparables. Hay que tomar conciencia de que el deterioro de la calidad de vida es el elemento de contaminación más peligroso que existe, y que el respeto a la dignidad del hombre, su hogar y su forma de vida, es lo que obliga a adoptar cuantas medidas sean recomendables para proteger el medio ambiente en que el hombre se

desenvuelve. En este camino, la protección del ambiente atmosférico es sólo una parte importante, pero no exclusiva, ni mucho menos independiente, de la protección general del medio, ámbitos todos ellos que condicionan la elevación de la calidad de vida **[Menéndez, et al., inédito]**

En las ciudades de Pinar del Río y Sandino, al igual que otras pequeñas ciudades de Cuba, en los últimos años han mantenido un crecimiento progresivo de su población, (en la ciudad de Pinar del Río al cierre del pasado año la densidad de población alcanzó 153285 habitantes **[OTE, 2006]** y la ciudad de Sandino el pasado año alcanzó el valor de 10161 habitantes) **[OTE, 2006]**), la actividad industrial se ha mantenido de forma muy similar en la última década, lo que ha potenciado que en algunos sectores se deteriore la calidad del aire y aumente la frecuencia de ocurrencia de algunas enfermedades como el asma bronquial, entre otras, debido a la influencia de contaminantes atmosféricos como son los principales compuestos gaseosos del nitrógeno (NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) y NH_3) y el azufre atmosférico (SO_2 y H_2S), del material particulado.

La misión histórica de la Dirección Provincial de Planificación Física (**DPPF**), ha sido “Dirigir, Ejecutar y Controlar el Planeamiento Regional y Urbano”, teniendo todo un sistema (municipio, provincia y nación) elaborados, en el transcurso de estos años, distintos estudios, los cuales sirven de base para la elaboración del Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano (**PGOTU**).

El PGOTU constituye una nueva figura de planeamiento, que sin restar validez a los planes precedentes realizados, se atempera a nuestros tiempos, tratando de conciliar los intereses sectoriales y de los nuevos actores, surgidos como consecuencia de los cambios operados en la economía, el mismo introduce nuevos conceptos, pasando del método de pronóstico, al método de la prospectiva y teniendo como salida más de una imagen objetiva **[PCOTU, 1998]**.

El plan ha sido con un enfoque integrador entre la escala territorial y urbana, haciendo énfasis en la ciudad como principal polo de atracción.

Dentro del árbol de problemas del PGOTU aparece ilustrado mediante un diagrama los seis problemas principales pertenecientes al municipio de Pinar del Río, los cuales representan el tronco de cada árbol. Sus raíces reflejan las causas que originan dichos problemas y las ramas, los efectos que se producen. Dentro de este árbol aparecen, como uno de los aspectos, el deterioro de las condiciones atmosféricas, perteneciente al problema de Deterioro de la Calidad de Vida; también aparece, dentro del problema de Deterioro del Medio Ambiente, el aspecto inexistencia de estudios de impactos ambientales, entre otros, por citar algunos de los ejemplos [PCOTU, 1998].

A continuación aparecen enunciados la incidencia de los problemas planteados en el marco territorial de los consejos populares.

Este análisis consiste en una ponderación de los principales aspectos que afectan la calidad de vida de los habitantes, agrupándose los mismos en seis niveles de complejidad, de la siguiente manera [PCOTU, 1998]:

- Primer nivel Vivienda.
- Segundo nivel Acueducto y Ordenamiento Urbano.
- Tercer nivel Alcantarillado, Servicios y Alumbrado Público.
- Cuarto nivel Contaminación Hídrica.
- Quinto nivel Contaminación Atmosférica e inundaciones.
- Sexto nivel Potencial Interno, Comunicaciones Y problemas con la DPA.

Medio Ambiente Urbano

El constante crecimiento poblacional de la ciudad, unido a una insuficiente capacidad de respuesta del ecosistema urbano (redes técnicas, viviendas, evacuación de residuales, etc) se han convertido negativamente en las condiciones ambientales de habitar, lo que a su vez afecta a la calidad de vida de los habitantes de esta ciudad [PGU, 2005].

1.2.2- Teoría sobre modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos.

Las estimaciones de la calidad del aire, a escala local o regional, resultan necesarias para la implementación de normas regulatorias para el control de la contaminación atmosférica

producidas por fuentes industriales. Estas estimaciones pueden efectuarse mediante el uso de diferentes tipos de modelos

Para el cálculo de la dispersión de los contaminantes en la atmósfera existen tres sistemas teóricos fundamentales, a los cuales se han brindado múltiples soluciones numéricas para facilitar su aplicación práctica en estudios del impacto ambiental provocado por emisiones desde fuentes estacionarias. Estos sistemas son identificados en sus formas generales como: Modelo de la Similitud, (Monin, 1959), Modelo de Dispersión Gaussiano (Taylor, 1921), Modelo de Transporte–Gradiente o Modelo K, cada uno de los cuales presentan características que definen el principio de su campo de aplicación.

Uno de los parámetros más utilizados para estimar la estabilidad atmosférica es la *longitud de Monin-Obukhov*, la cual se define como la altura sobre el suelo a la que la producción de turbulencia por fuerzas mecánicas se iguala a la producción por las fuerzas de empuje. En los modelos de dispersión, la estabilidad se parametriza como funciones adimensionales (funciones de similitud) de la longitud de Monin-Obukhov. Se aplica en la capa superficial tanto para condiciones estables como inestables.

El Modelo Gaussiano de fuente puntual continua supone, como hipótesis de partida, que las concentraciones de contaminante en cualquier punto, considerado vientos abajo, están estabilizadas y no dependen del tiempo. Este modelo describe el comportamiento de los gases o vapores de fuerza ascensional neutra, dispersados en la dirección del viento y arrastrados a la misma velocidad.

El Modelo de Transporte gradiente se basa en la hipótesis que la longitud de la mezcla y los flujos turbulentos de concentración y contaminantes se asumen proporcionales al gradiente medio de la concentración. La utilización de este modelo requiere una rigurosa evaluación de la turbulencia atmosférica en la capa superficial aspecto que ha sido abordado en Cuba por [López, 1984].

A partir de la fórmula básica de **[Berlyand, 1975]**, se desarrollaron en la antigua URSS metodologías de cálculos de dispersión de contaminantes que encontraron amplia aceptación y aplicación en los países de Europa del Este y en Cuba, donde se aplica a través de la NC 93-02-202, 1987 **[actual NC 39: 1999]**, para ajustar el modelo a las condiciones tropicales del país. Álvarez R. y Álvarez O. han realizado algunas modificaciones al modelo teórico de Berlyand, atendiendo a nuestras condiciones específicas de régimen de viento y a su adecuación a zonas tropicales para pronósticos de contaminación atmosférica a largo plazo; además, este modelo calcula concentraciones para 20 minutos y fue adaptado para ser implementados a 24 horas.

Sin embargo, aún con estas modificaciones el modelo está solo limitado a regiones llanas o ligeramente onduladas, además de no tener en cuenta algunos parámetros típicos de la capa fronteriza planetaria.

Por su fundamento teórico el modelo de Berlyand no es capaz de considerar muchas variables que definen el comportamiento de la atmósfera y consecuentemente la dispersión de los contaminantes. Las isolíneas de concentración resultantes de este modelo son una réplica bastante aproximada de la rosa de los vientos (la dispersión de los contaminantes es determinada por la dirección y la velocidad del viento), utilizando también una constante de estratificación térmica que no refleja totalmente el comportamiento de la estabilidad atmosférica.

La norma cubana que trata el tema, en lo referente a los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos, no ha cambiado en los últimos 20 años y no refleja los últimos avances de la ciencia en la modelación de la dispersión. La consideración de los modelos que hoy no son previstos en la norma cubana: el SCREEN3 **[U.S.EPA, 1995]** para estudios de sondeo, el ISCST3 **[Paine, R., et al; 1997]**, el ISC-PRIME **[Paine, R., et al; 1997]** y el AERMOD **[Cimorelli, A.J., et al; 2002]** A para estudios locales detallados, entre otros; permitirán valoraciones más representativas que introducen en el país la aplicación de modelos que están al nivel del estado del arte internacional.

1.3- Solución del problema con el empleo de las TIC.

En Cuba los inventarios de emisiones de los contaminantes atmosféricos producidos por fuentes industriales estacionarias se realizan de forma manual, es decir se toman los datos que aparecen estipulado en la Norma Cubana [(NC) 242 del 2005]. En nuestra provincia sucede lo mismo, lo que trae que existan fisuras en el desempeño de la labor, las cuales radican fundamentalmente en la lentitud del proceso, mayor trabajo a realizar por parte del trabajador, en ocasiones pérdida de información, deterioro del material de archivo provocado por el tiempo de uso, todos estos elementos unidos a características propias de la actividad en sí, atentan al buen desempeño de la misma, conllevando a más tiempo y, en ocasiones, más recursos, proporcionando así deficiencia de forma general en el proceso. Con la confección del proyecto Evaluación del Clima y la Calidad del Aire en las Ciudades de Pinar del Río y Sandino y su Repercusión en la Salud, se decidió dar solución a esta problemática, introduciendo, como una de las tareas a resolver en el mencionado proyecto: crear un software para utilizarlo en la gestión de información de contaminación atmosférica generadas por fuentes industriales estacionarias. Para ello se hizo necesario no limitar el software al solo hecho de estimar emisiones de contaminantes provocados por fuentes fijas, sino también almacenar datos meteorológicos con el fin de poder ejecutar, en el futuro modelos gaussianos de dispersión de contaminantes, pertenecientes a la EPA, trayendo consigo que se pueda, en lo adelante mostrar la distribución espacial y concentración de las sustancias contaminantes. Las variables meteorológicas a utilizar estuvieron determinadas por el pre-procesador meteorológico PCRAMMET [U.S.EPA, 1999], que se usa, como su nombre lo indica, para procesar los datos meteorológicos que necesita el modelo Industrial Pollution Control ISC3 [U.S.EPA, 1997], sirviendo como patrón para poder determinar que variables meteorológicas se deben almacenar en el software, radicando ahí la potencialidad de esta investigación hasta esta etapa de confección de la misma.

Ahí es donde entra a jugar el papel protagónico, la introducción y puesta en explotación de las NTIC en el país, posibilitando desarrollar el trabajo investigativo con una concepción que difiere del método tradicional, logrando obtener entre otras las siguientes ventajas: mayor eficiencia, control, humanización del trabajo, rapidez y disminución considerable del tiempo a desarrollar la labor. Para esto se usaron las siguientes herramientas informáticas,

capaces de resolver el problema planteado: en la programación se utilizó la herramienta Delphi 6, empleando Microsoft Access como gestor de Base de Datos, y el Computer Assisted Software Engineering(CASE), Rational Rose para crear los artefactos utilizados del Lenguaje Unificado de Modelado(UML) con los que se caracterizó y modeló el sistema.

Con todos estos elementos bien determinados se creo el sistema SAGIFC, el cual realiza las siguientes funciones:

- Almacena datos meteorológicos primarios.
- Estima las categorías de estabilidad atmosféricas según el método de Turner.
- Determina la altura de la capa de mezcla horaria, a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación (obtenidos a partir del software Sol.exe).
- Registra datos fuentes industriales.
- Registra datos auxiliares: Provincias, Municipios, Organismos, Empresas, Procesos, Combustibles y Solventes.
- Muestra reporte de una fuente contaminante para un día.
- Muestra reporte de una fuente contaminante para un mes.

1.3.1- Municipio de Pinar del Río.

El área de estudio que corresponde al municipio de Pinar del Río, ver anexo1 (**Fig. 1.3.1**), se encuentra ubicado aproximadamente en la porción Centro-Sur de la provincia, ocupando una superficie de 70 780 ha, es decir, el noveno lugar en extensión territorial con respecto a los restantes municipios. Limita al Norte (N) con los municipios de Viñales y Minas de Matahambre, al Sur (S) con el Golfo de Batabano, al Este (E) con el municipio de Consolación del Sur, y al Oeste (W) con los de San Luís y San Juan y Martínez [**PCOTU, 1998**].

El mismo presenta la siguiente Geomorfología, aunque el municipio es eminentemente llano solo el 7% está constituido por montañas, presenta un relieve variado.

Características actuales de la cabecera Occidental.

La ciudad de Pinar del Río, tiene la categoría de cabecera Municipal y Provincial. Geográficamente se encuentra ubicada en el centro de la Provincia y del Municipio, distando 146 Km de la Capital del país. Su base económica está fundamentada principalmente en los servicios y por su carácter de ciudad principal, se encuentra en ella las principales instalaciones a ese nivel. Tiene un peso importante también la industria.

Se asientan actualmente unos 153285 habitantes en un área total de 3240 hectáreas. Alrededor del 70% de la población total se encuentra en el casco urbano (ciudad tradicional Oeste). El resto se ubica en la zona Este de la Ciudad y en los repartos y barrios de la periferia. [PGU, 2005]

Tres zonas de producción bien polarizadas contribuyen a la configuración que se ha estructurado de la ciudad, estas se ubican en: la zona Industrial Siete Matas y Reparto Ferro, a sotavento de ella y otras Industrias hacia el noreste (Reparto Hermanos Cruz).

La ciudad esta dividida administrativamente por 12 Consejos Populares, de ellos, ocho se extienden hasta la zona rural, por lo que son mixtos. De estos últimos solo cuatro cuentan con un área rural significativa: Jagüey-Curuji, La Conchita, San Vicente y el Vizcaíno. El resto, enmarcan un área rural donde encontramos pocas viviendas.

A continuación se hace referencia, la densidad de población existente en al año 2006 [OTE, 2006] y la que existía en la año 1986 [PID, 1980-1990], ver Tabla. 1.3.1.

Población municipio Pinar del Río/2006		Población municipio Pinar del Río/1986	
Urbana	153285	Urbana	118251
Rural	38103	Rural	43959
Total	173388	Total	162210

Tabla 1.3.1- Densidad de Población periodo 1986-2006

Pinar del Río, como ya se ha dicho, es la ciudad cabecera provincial y municipal y constituye la principal aglomeración urbana del occidente del País, siendo además la séptima entre las cabeceras cubanas por la magnitud poblacional. Su entorno más claramente definido y compacto posee hoy una población de 153285 habitantes. Con respecto a la población urbana representa el 30% de la provincia y el 90% del municipio. Sobresale su extensión territorial de unos 3240 hectáreas, alcanzando una densidad poblacional de 42 hab/ha [PGU, 2005].

Focos Contaminantes. Categorización

En la ciudad se han identificado un grupo de focos contaminantes de alta y mediana significación, ya sea por el lugar en el que se encuentran como por el tipo de contaminante que generan y el radio de protección de cada uno de ellos. De esta forma se han agrupado por categorías según la NC 93-02-202, así como la serie Salud Ambiental No1, saneamiento básico y urbanización del Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología [PGU, 2005].

Categorías:

Categoría I:

- Fábrica de Fertilizantes (desactivada).
- **Grupos electrógenos:** Briones Montoto, Eliseo Camaño y Pinar Oeste

Categoría II:

- Fábrica de Piezas de Repuesto.

Categoría III:

- Hospital “León Cuervo Rubio”.
- Hospital “Abel Santamaría”.
- Hospital Pediátrico “Pepe Portilla”.
- Tintorería Militar.
- Tintorería La Cubana.

Categoría IV:

- Fábrica de Ladrillos Aligerados.
- Fábrica de Mosaico.
- Fábrica de Baldosa.
- Tejar “Rafael Ferro”.
- Tejar “Dolores”.
- Tejar “Primero de Mayo”.
- Tejar “Gabriel Lache”.

Categoría V:

- IPUEC “Federico Engels”.
- Fábrica de Sorbetos.
- Fábrica de Galletas.
- Combinado Lácteo
- Combinado Cítrico.
- Fábrica de “La Conchita”.
- Fábrica de Fósforos.
- Fábrica de Cervezas “La Princesa”.
- Fábrica Jupiña.
- ISP “Rafael María de Mendive”.
- Facultad de Ciencias Medicas “Dr. Ernesto Che Guevara”.
- Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”.

1.3.2- Municipio Sandino.

Características Generales del Municipio Sandino.

El municipio Sandino, ver anexo 2 (**Fig. 1.3.2**), se localiza en el extremo más occidental de la provincia, limitando al Norte (N) con el Golfo de México y Mantua, al Oeste (W) con Guane y al Sur (S) con el Mar Caribe, con una superficie total de 1709 km², lo que lo sitúa como el más extenso de la provincia.

A continuación se hace referencia la densidad de población existente en el año 2002 y la que existía en el año 1981 ver Tabla. 1.3.2.

Población Ciudad Sandino/2002		Población Ciudad Sandino/1981	
Urbana	7769	Urbana	10161
Población municipio Sandino/2002		Población municipio Sandino/1981	
36589		39244	

Tabla. 1.3.2- Densidad de Población período 1981-2002.

Focos Contaminantes. Categorización

Categoría:

Categoría V:

- Combinado Lácteo “Pasteurizada”

1.3.3- La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización [NC 242:2005].

Esta norma establece los datos tecnológicos que se han de tener en cuenta para la realización de un inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera generados por fuentes puntuales industriales; teniendo además por objetivo, habilitar a los especialistas y técnicos de una herramienta práctica para obtener los datos tecnológicos necesarios.

Estos datos son fundamentales para efectuar un cálculo adecuado de dichas emisiones a la atmósfera. La metodología se propone normalizar la estimación de las emisiones, a partir de conocer un conjunto de parámetros tecnológicos de las fuentes industriales estacionarias, con el propósito de establecer un ordenamiento en las actividades nacionales de gestión orientadas a la prevención, reducción y control de la contaminación.

La captación de datos tecnológicos, para la realización de inventarios de emisiones, tiene cierto grado de complejidad, ya que generalmente existen algunos datos que no se pueden adquirir de forma rutinaria en los centros industriales, fábricas, hospitales, escuelas, etc, obligando a obtener los datos través de análisis *matemáticos, físicos y químicos*; solo en los casos que sea necesario se hará una descripción de los métodos empleados para la obtención de la información. A continuación se muestran los formularios para la captación de datos pertenecientes a las fuentes.

1.3.3.1- Requisitos generales.

Información general del proceso (Formulario para la captación de Datos para la estimación de las Emisiones DE1), ver anexo 3 (**Tabla 1.3.3.1**).

1.3.3. 2- Información estática para cada fuente estacionaria.

Es la información de carácter tecnológico y productivo básica necesaria para la realización de los cálculos de las emisiones (Formulario DE2), ver anexo 4 (**Tabla 1.3.3. 2**).

- **Flujo máximo del gas emitido:** máximo del gas por unidad de tiempo emitido a través de la chimenea o conducto de emisión, se expresa en ($N\ m^3 / s$).

Ecuación para determinar metros cúbicos de oxígenos para combustionar cada % de los siguientes elementos químicos (C, H, S).

$$\frac{\% KgC}{100 Kg} * \frac{1 KmolC}{12 KgC} * \frac{1 KmolO_2}{KmolC} * \frac{22.4 m^3 NO_2}{1 KmolO_2} = am^3 NO_2 \quad (1)$$

$$\frac{\% KgH}{100 Kg} * \frac{1 KmolH}{1 KgH} * \frac{0.5 KmolO_2}{2 KmolH} * \frac{22.4 m^3 NO_2}{1 KmolO_2} = bm^3 NO_2 \quad (2)$$

$$\frac{\% KgS}{100 Kg} * \frac{1 KmolS}{32 KgS} * \frac{1 KmolO_2}{1 KmolS} * \frac{22.4 m^3 NO_2}{1 KmolO_2} = cm^3 NO_2 \quad (3)$$

Donde:

C: Carbono.

H: Hidrógeno.

S: Azufre.

O₂: Oxígeno.

a: Valor numérico expresado en $m^3 NO_2$.

b: Valor numérico expresado en $m^3 NO_2$.

c: Valor numérico expresado en $m^3 NO_2$.

Sustituyendo (1), (2) y (3) en (4) se obtiene oxígeno total para combustionar los elementos químicos antes mencionados.

$$am^3 NO_2 + bm^3 NO_2 + cm^3 NO_2 = O_2 \text{ Total} \quad (4)$$

Sustituyendo (4) en (5) se obtiene el Aire Estequiométrico.

$$\text{Aire Estequiométrico} = O_2 \text{ Total} * \left(\frac{100m^3 \text{ Naire}}{21m^3 NO_2} \right) = dm^3 \text{ Naire} \quad (5)$$

Donde:

d: Valor numérico expresado en m^3 N aire

Sustituyendo (5) en (6) se obtiene Flujo Aire.

$$\text{Flujo Aire} = (\text{Coeficiente de Exceso de Aire}) * (\text{Aire Estequiométrico}) \quad (6)$$

El Coeficiente de Exceso de Aire se determina a través de los análisis realizados con el Orsat en las calderas de cada centro. El mismo es un analizador de gases.

Sustituyendo (6) en (7) se obtiene Flujo Máximo del Gas Emitido, el cual esta determinado por la siguiente expresión, pero para ello se debe obtener primero (8):

$$\text{Flujo Máximo del Gas Emitido} = \text{Flujo Aire} + \text{Flujo de Combustible} \quad (7)$$

El Flujo de Combustible, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$\text{Flujo de Combustible} = \left(\frac{\text{Consumo.de.Combustible}}{\text{año}} \right) / \left(\frac{\text{Horas.de.Trabajo}}{\text{año}} \right) \quad (8)$$

Donde:

Consumo.de.Combustible se expresa en toneladas al año.

Horas de trabajo al año.

Sustituyendo (6) y (8) en (7), se obtiene Flujo Máximo del Gas Emitido.

- **Velocidad de la mezcla gaseosa (m/s):** La velocidad medida o estimada a la salida de la mezcla gaseosa por la fuente puntual de emisión, usualmente se expresa en metros por segundos.

Para obtener la velocidad de salida de los gases, se plantea la siguiente expresión:

$$Q = A * V = e \text{ m}^3/\text{s} \quad (9)$$

Donde:

Q: flujo de gases, m^3/s .

A: Área del tubo (chimenea), m^2 .

V: velocidad de salida de los gases, m/s

e: Valor numérico.

A, se expresa de la siguiente forma:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} = \text{m}^2 \quad (10)$$

Donde:

$\pi = 3.14$.

d: diámetro interior de la chimenea.

Sustituyendo (10) en (9) queda de la siguiente forma:

$$Q = \frac{\pi * d^2}{4} * V \quad (11)$$

Despejando (11) se obtiene (12) velocidad de salida de los gases.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = f \text{ m/s} \quad (12)$$

Donde:

f: es un valor numérico.

- **Tasa de emisión:** Volumen del gas emitido por unidad de producción, se expresa en m³/unidad de producción en su defecto puede aparecer un **índice de consumo** de materia prima para producir una unidad.

Existen varios métodos para determinar el cálculo de las emisiones a la atmósfera, a continuación se representan los mismos:

- Balance de Masa.
- Factores de Emisiones.
- Cálculos Ingenieriles.
- Mediciones en la Fuente.

De ellos solo se describirán los de interés para poder realizar el trabajo de investigación.

Estimación de las emisiones mediante balance de materiales (balance de masa).

El balance de materiales (también conocido como balance de masa), es un método utilizado para estimar las emisiones de algunas categorías de fuentes, en donde se conoce el volumen y la composición química de los insumos o materias primas utilizadas. El método de balance de materiales puede usarse en los casos en que no hay datos disponibles de muestreos en la fuente o factores de emisión aplicables. De hecho, para algunas fuentes, un balance de materiales es el único método práctico para estimar las emisiones con exactitud.

La ecuación básica que se usa en los cálculos de emisiones a partir del análisis del combustible es:

$$E = Q_{comb} * CCC * \frac{MW_{CE}}{MW_{CC}} \quad (13)$$

Donde:

Q_{comb} = Consumo de combustible, flujo másico (p.ej., kg/hr)

CCC = Concentración del contaminante en el combustible

MW_{ce} = Peso molecular del contaminante emitido (lb/lb-mole)

MW_{cc} = Peso molecular del contaminante en el combustible (lb/lb-mole)

Cálculo de Emisiones a la Atmósfera utilizando Factores de Emisión.

Ecuación general para el cálculo de emisiones a la atmósfera utilizando *Factores de Emisión*:

$$\text{EMISIONES} = \text{FE} * \text{DA} \quad (14)$$

FE = Factor de emisión (el cual se puede obtener por diversas fuentes, AP – 42 [U.S. EPA, 1995a], [IPC, 1995], USEPA, [EMEP/CORINAIR, 2001], EEA, etc).

DA = Datos de actividad (producción, población, etc.), en unidades de masa o volumen por tiempo.

Para la realización del trabajo, los factores de emisión fueron determinados por el Software Industrial Pollution Control (**IPC**), desarrollado por el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud (**OMS**) y la Organización Panamericana de la Salud (**OPS**) del año 1995.

1.3.3.3- Información del combustible.

Características del combustible utilizado, el cual es fundamental para el cálculo de las emisiones (Formulario DE3), ver anexo 5 (**Tabla 1.3.3.3**).

1.3.3.4- Códigos de cada proceso industrial, ver anexo 6 (Tabla 1.3.3.4).

1.3.4.- Datos meteorológicos.

Los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos requieren numerosos datos meteorológicos, algunos de ellos son medidos de forma rutinaria en las estaciones meteorológicas -y en adelante serán denominados primarios-, pero otros no lo son y por tanto deben ser inferidos de los primeros, a estos se les llaman secundarios.

Para obtener los datos meteorológicos, se tomó como patrón el pre-procesador PCRAMMET de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (**EPA**) como se explicó con anterioridad.

Los datos meteorológicos primarios que aparecen a continuación se obtuvieron del Software ClimVar, perteneciente al CMP, los mismos se almacenan cada tres horas diariamente, existiendo de esta forma ocho mediciones cada día en las estaciones meteorológicas.

Datos meteorológicos primarios:

- Dirección del viento.
- Velocidad del viento.
- Temperatura de bulbo seco.
- Cubierta nubosa opaca.
- Altura del techo nuboso.
- Presión de la estación
- Cantidad de precipitación

Por otra parte, los datos **secundarios** y la forma en que son identificados en este trabajo aparecen a continuación:

- Categorías de estabilidad atmosférica: A, B, C, D, E, F.
- Altura de la capa de mezcla.

1.3.4.1- Categorías de estabilidad atmosférica.

Las categorías de estabilidad son empleadas en la modelación de la dispersión para facilitar la estimación de los parámetros de la dispersión lateral y vertical, usado en los modelos Gaussinos. El esquema de clasificación de la estabilidad recomendado, para ser usado en la modelación de la dispersión, es el propuesto por [Pasquill 1961]; los parámetros de dispersión asociados con este esquema -obtenidos a partir de curvas como función de la distancia x en la dirección del viento para cada clase de estabilidad (“curvas de σ de Pasquill-Gifford(P-G)”) - se usan por defecto en la mayoría de los modelos de dispersión

Gaussinos; sin embargo, la clasificación original propuesta por Pasquill para las categorías de estabilidad resulta impracticable para la aplicación rutinaria, así que [Turner, 1964] desarrolló un método más práctico que se detalla en el anexo 7 (**Tabla 1.3.4.1**), siendo este, el método aplicado en este trabajo para obtener las categorías de estabilidad atmosférica.

Los parámetros básicos necesarios para clasificar la estabilidad según este método son la velocidad del viento, medida a 10 m sobre el nivel del terreno y la estimación de la insolación diurna –en base al ángulo de elevación solar y la nubosidad (% de cielo cubierto y altura de la base de las nubes)- durante el día y la nubosidad durante las noches. Todas estas variables se registran en nuestras estaciones meteorológicas, excepto el ángulo de elevación solar, este parámetro se obtuvo a través del software **Sol.exe**, perteneciente al Instituto de Meteorología (**INSMET**).

1.3.4.2- Altura de la capa de mezcla.

La altura de la capa de mezcla es un parámetro básico en la modelación de la dispersión de los contaminantes atmosféricos por cuanto es la zona inferior de la atmósfera donde ocurre fundamentalmente el transporte turbulento de masa y energía y donde los contaminantes se trasladan e interaccionan. Para el cálculo de la capa de mezcla existen varias alternativas que pueden ser empleadas en dependencia de los datos de que se dispone, algunas extremadamente sencillas y otras mucho más complejas que necesitan mediciones de diferentes variables meteorológicas en la altura de la atmósfera (sondeos de aire superior).

La altura de la capa límite atmosférica (**CLA**) o la altura de la capa de mezcla (**Z**) es un parámetro fundamental que caracteriza la estructura de la troposfera baja. Las sustancias emitidas en la CLA se dispersan gradualmente, horizontal y verticalmente, a través de la acción de la turbulencia, y finalmente se mezclan completamente en esta capa si permanecen el tiempo suficiente y si no hay ningún sumidero significativo. Por consiguiente, en la meteorología de la contaminación atmosférica se usa frecuentemente el término de "capa de mezcla" o "capa mezclada". Como bajo condiciones estables de la atmósfera, no se alcanza el mezclado completo, el término capa de mezcla resulta preferible, porque acentúa el proceso más que el resultado. Obviamente, la capa de mezcla

coincide con el CLA si esta última se define como el dominio turbulento de la atmósfera adyacente a la tierra.

La altura Z de la capa de mezcla es un parámetro importante para los modelos de contaminación atmosférica por cuanto determina el volumen disponible para la dispersión de contaminantes y está envuelta en muchos métodos y/o modelos predictivos y de diagnóstico para evaluar las concentraciones de los contaminantes, y también es un parámetro importante en los modelos de flujo atmosférico. Z no es medido por las prácticas meteorológicas normales, al contrario, es a menudo un parámetro cuya definición y estimación no es sencilla.

Los problemas prácticos y teóricos asociados con la determinación de Z se reflejan en las numerosas definiciones encontradas en la literatura revisada. En ocasiones las diferentes definiciones tienen que ser vistas en el contexto de los datos disponibles para su estimación. La definición que se adoptado como una pauta general para el trabajo investigativo es: La altura de la capa de mezcla es la altura de la capa adyacente a la tierra en la que los contaminantes se dispersan verticalmente por convección o por turbulencia mecánica en un período de tiempo de aproximadamente una hora.

Las alturas de la capa de mezcla se obtuvieron a partir de la combinación del anexo (**Tabla 1.3.4.1**) y del anexo 8 (**Tabla 1.3.4.2**), de la tabla 1.3.4.1 se obtuvo las categorías de estabilidad y de la tabla 1.3.4.2 se obtuvo la altura de la capa de mezcla.

1.4- Modelo conceptual del problema.

Para mejor comprensión del software SAGIFC se realizó su Modelación Conceptual, constituyendo este, el diagrama utilizado para comprender, capturar y describir los conceptos más importantes empleados en el contexto del negocio, el mismo puede verlo en la (**Fig. 1.4.1**). En el aparecen los conceptos de:

Provincia: Constituye las divisiones político administrativas, en que esta dividido el territorio nacional, las mismas están divididas por municipios. Teniendo como atributos de interés: identificador provincia y nombre.

Municipio: Constituye las divisiones político administrativas, en que están divididas las provincias. Teniendo como atributo de interés: identificador municipio, nombre.

Estación Meteorológica: En ella se obtienen los datos meteorológicos, que se utilizan en los centros provinciales de meteorología y el centro nacional, para realizar las funciones laborales a fines con esta actividad. Teniendo como atributos de interés su código, el nombre, municipio al que pertenece, y sus coordenadas geográficas.

Datos Meteorológicos: Se obtienen en las estaciones meteorológicas. Teniendo como atributos de interés tipo de dato, valor alcanzado.

Establecimiento: Es la entidad donde están situadas las fuentes contaminantes, pueden tener una o varias de ellas. Teniendo como atributos de interés su código, nombre, la empresa a la que pertenece, sus coordenadas geográficas, así como el nombre del responsable de la actividad ambiental.

Empresa: Es la entidad que tiene un objeto social determinado, relacionándose con las demás entidades y organismos para dar cumplimiento a sus funciones, a ellas pertenecen los establecimientos. Teniendo como atributos de interés su código, nombre, dirección y teléfono, así como el nombre del responsable a nivel de empresa de la actividad ambiental.

Organismo: Tiene una función específica dentro de la sociedad, se relaciona con los demás organismos y entidades para cumplir su objeto social, a ella están subordinadas las empresas. Teniendo como atributos de interés su código, nombre, dirección y teléfono.

Inventario de emisiones: Información sistematizada sobre la distribución de las fuentes en un territorio dado y sobre la cantidad y composición de emisiones.

Fuente Contaminante Estacionaria: Fuente de contaminación de la atmósfera debida a la acción de procesos productivos o a los procesos auxiliares de los mismos, originados en

centros de producción en un territorio determinado. Teniendo como atributos de interés el código que lo identifica, su nombre, establecimiento al que pertenece, el tipo de combustible que usa, datos tecnológicos y constructivos.

Combustible: Es el combustible que utiliza en su funcionamiento la fuente contaminante. Teniendo como atributos de interés el nombre, por ciento de azufre, capacidad de generación de energía y utilización de hornos o calderas.

Proceso: Es la actividad productiva que se realiza en el establecimiento, determinante en la obtención de los principales contaminantes, Esta regido por la (NC 242, 2005). Teniendo como atributos de interés el código y el nombre del proceso.

Solvente: Sustancia que se utiliza en la aplicación de pinturas, desengrase de metales y otros materiales. También en la industria de las impresiones (artes graficas) fabricación de pinturas, lacas y tintas, aplicaciones en construcciones y edificios. Teniendo como atributos de interés su código y su nombre.

Emisión: Expulsión de contaminantes a la atmósfera como resultado de un proceso de generación determinado. Teniendo como atributos de interés el tipo de contaminante y intensidad de la emisión.

Contaminantes Atmosféricos: La presencia en el aire de sustancias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. Teniendo como atributos de interés el tipo de contaminante y concentración de la sustancia contaminante.

En el Modelo Conceptual se puede ver las relaciones existentes entre estos conceptos, en el se omiten los atributos con el fin de ganar en claridad.

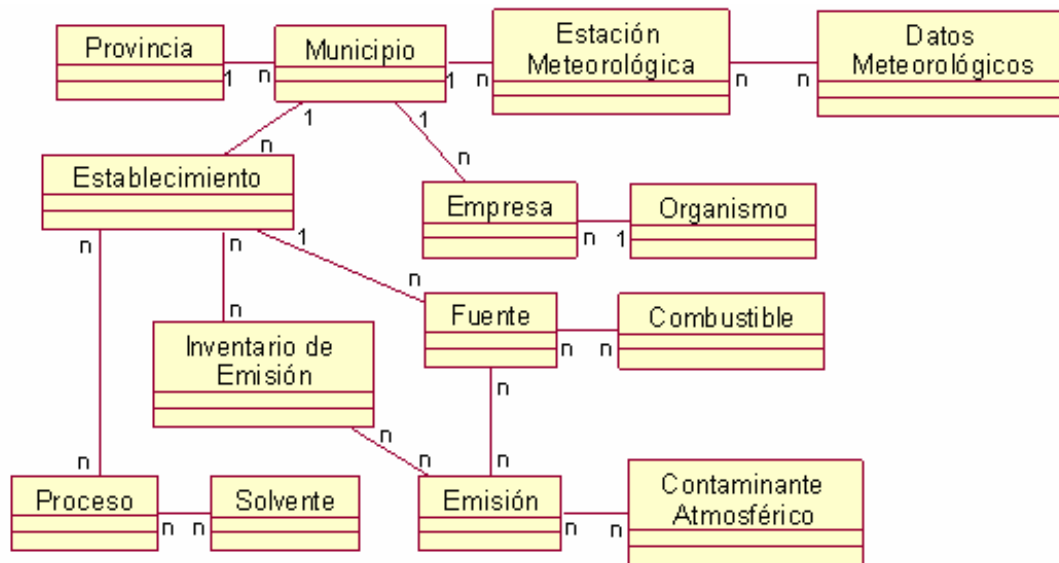


Fig. 1.4.1.- Modelo Conceptual.

1.5- Análisis de factibilidad.

Para diseñar y posteriormente poder implementar el software, se hizo necesario realizar una valoración aproximada del costo y tiempo de desarrollo, utilizándose para esto el modelo COCOMO II y se analizan los beneficios para determinar la factibilidad de la implantación de SAGIFC.

1.5.1- El Modelo de Estimación de Costos COCOMO II.

En la actualidad existen diversos modelos para estimar los costos de los proyectos de software. Uno de los más aceptados es el modelo COCOMO II (del inglés Constructive Cost Model). El modelo COCOMO fue originalmente publicado en software Engineering Economics por [Barry Bohem, 1981] y la versión COCOMO II del 2000 actualiza y extiende este estándar de estimación.

Este modelo expresa el esfuerzo de desarrollo en términos de Personas Mes (cantidad de tiempo que una persona dedica a trabajar sobre el proyecto de desarrollo durante un mes). Finalmente se hace una estimación del costo monetario del proyecto teniendo en cuenta el

tiempo estimado de desarrollo, la cantidad de personas involucradas y el salario de estas personas.

1.5.2- Estimación del Costo.

Entradas Externas (EI): entrada de usuario que proporciona al software diferentes datos orientados a la aplicación, ver anexo 9 (**Tabla 1.5.2.1**).

Salidas Externas (EO): salida que proporciona al usuario información orientada de la aplicación. En este contexto la “salida” se refiere a informes, pantallas, mensajes de error, etc, ver anexo 10 (**Tabla 1.5.2.2**).

Peticiones (EQ): son entradas interactivas que resultan de la generación de algún tipo de respuesta en forma de salida interactiva, ver anexo 11 (**Tabla 1.5.2.3**).

Ficheros internos (ILF): son archivos (tablas) maestros lógicos (o sea una agrupación lógica de datos que puede ser una parte de una gran base de datos o un archivo independiente), ver anexo 12 (**Tabla 1.5.2.4**).

Según los datos anteriores se registraron los puntos de función que se muestran en el anexo 13 (**Fig. 1.5.2.1**).

Se consideró como entorno de programación Borland Delphi 6.0 tomándose como promedio 29 líneas código en este lenguaje por punto de función (según tabla de reconciliación de métricas consultada), obteniéndose así 6496 instrucciones fuentes con un Total de Puntos de Función Desajustados de 224.

Los valores considerados de los Multiplicadores de esfuerzo (EM) para el Modelo de Diseño Temprano aparecen representados en el anexo 14 (**Tabla 1.5.2.5**).

Ver valores de **Multiplicadores de Esfuerzo**, anexo 15 (**Fig.1.5.2.2**).

Los valores considerados de los **Factores de escala (SF)** se pueden apreciar en el anexo 16 (**Tabla 1.5.2.6**).

En el anexo 17 (**Fig. 1.5.2.3**) se aprecia los Factores de Escala.

Considerándose un salario promedio de \$203.04 se obtuvieron los siguientes resultados, ver anexo 18 (**Fig. 1.5.2.4**).

Los cálculos realizados para obtener el valor total del proyecto aparecen el anexo 19 (**1.5.2.7**)

El software que se propone está dirigido a la gestión de la información de contaminación atmosférica que producen los centros industriales, existiendo así varios sectores favorecidos, como son principalmente, la meteorología en Cuba, salud pública, planificación física, arquitectura y urbanismo, población en general, etc, por lo tanto los principales benéficos son de orden social y económicos.

1.5.3- Beneficios.

1. Aumenta la rapidez en la toma de decisiones, producto a la inmediatez de la información.(T)
2. Aumenta la cultura del personal en el manejo de la interfaz gráfica de usuario, debido a que contarán con un sistema desarrollado en plataforma Windows. (I)
3. Esta aplicación es utilizada para la obtención de los datos necesarios para la corrida de modelos gaussianos de dispersión de contaminantes atmosféricos de la EPA. (T)
4. La información es de gran aplicación en la gestión ambiental (planeamiento urbano, ubicación de las fuentes) de las regiones de estudio. (T)
5. Contribuye a estudiar la influencia de la contaminación atmosférica sobre diversas enfermedades y sus posibilidades de prevenirlas.(T)
6. Contribuye al mejoramiento del sistema de vigilancia epidemiológico y a la toma de decisiones para elevar la calidad de vida en dichas regiones y después poderlas extender a toda la provincia. (T)

7. Posibilidad de incluir la temática abordada en esta investigación en cursos de postgrados, diplomados, maestrías y doctorados, con el fin de elevar el nivel profesional. (T)
8. Posibilidad de impartir cursos en las industrias, fábricas y otros centros contaminantes para contribuir al conocimiento y calificación del personal que labora en estos centros. (T)

1.5.4-Análisis de costo / beneficio.

Como SAGIFC cuenta con una interfaz sencilla de fácil manejo y contiene una ayuda que facilita el empleo de sus funcionalidades es evidente que no reporta gastos por concepto de entrenamiento de los operadores.

No son necesarios los gastos por concepto de tecnología pues puede ser empleado con la ya existente en el Centro Meteorológico Provincial.

Teniendo en cuenta los beneficios que trae SAGIFC y la importancia del proceso que automatiza para el control Medioambiental, tema este que constituye una de las prioridades en el presente, se considera que es factible el desarrollo de la aplicación y que el costo de SAGIFC esta totalmente justificado.

Capítulo 2

*“Tendencias y Tecnologías Actuales a
Considerar”*



En el presente capítulo se realiza una valoración crítica de los sistemas afines, también se justifica el tipo de software elegido, se comparan, describen y analizan las tecnologías y herramientas de desarrollo posibles a emplear para desarrollar el producto propuesto sobre plataforma de programación, determinando las que serían utilizadas, justificándose su elección.

En el primer epígrafe se realiza una valoración crítica de los sistemas afines existentes en la provincia y en todo el país en general.

En el segundo epígrafe se realiza la justificación de la elección del tipo de Software creado.

En el tercer epígrafe se realiza la caracterización de las herramientas para la Ingeniería de Software Asistido por Computadora (CASE siglas en inglés), describiéndose algunas de las existentes en el mercado como: Rational Rose y Power Designer.

En el cuarto epígrafe se define el concepto de Gestor de Base de Datos. Se lleva a cabo un análisis de las potencialidades de algunos de los gestores como: MS ACCESS, Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL y PostgreSQL.

En el quinto epígrafe se hace referencia a algunas de las herramientas de programación como son: Visual Basic, Delphi, C++ Builder.

Concluye el capítulo con el sexto epígrafe exponiéndose las razones de las herramientas presentadas y por que fueron las elegidas para desarrollar el sistema propuesto.

2.1- Valoración crítica de sistemas afines.

Se ha consultado personal especializado en la temática a nivel de país y de la provincia, entre ellos podemos mencionar el Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, el Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, (**CUBAENERGIA**)

perteneciente a la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzadas (**AENyTA**) del Ministerio de Ciencias, Tecnologías y Medio Ambiente (**CITMA**) y el Centro de Contaminación y Química Atmosférica de Cuba (**CECONT**), que pertenece al Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para verificar la existencia de algún sistema automatizado que almacene información sobre contaminantes atmosféricos producidos por fuentes industriales estacionarias que se hayan diseñado en nuestra provincia o país; arrojando dicha búsqueda que se han implementado algunas bases de datos y sistemas, los que se detallaran a continuación:

1. En CMP, Almara realizó una investigación que culminó con la defensa de su tesis de maestría en el año 2005, en la misma elaboró una base de datos para almacenar datos biometeorológicos, para esto relacionó el comportamiento de las Infecciones Respiratorias Agudas (**IRA**) y el Asma Bronquial (**AB**) con las situaciones meteorológicas, las variables climáticas y la contaminación atmosférica. La autora para realizar este trabajo utilizó una serie de datos, comprendidos entre 1998 y 2004 de las Infecciones Respiratoria Agudas y el Asma Bronquial en el municipio y áreas de salud, se analizaron los mapas meteorológicos de superficie correspondiente al mismo período, provenientes del archivo del Centro Meteorológico de Pinar del Río.

Los datos sobre las enfermedades se obtuvieron en los registros de los siguientes Centros de Salud:

- Centro Provincial de Higiene y Epidemiología.
- Centro Municipal de Higiene y Epidemiología .
- Policlínicos del municipio de Pinar del Río.
- Hospital Pediátrico “Pepe Portilla”.
- Unidad de análisis y Tendencias de Salud Municipal y Provincial.

Se confeccionó la base de datos climáticos semanal y mensual en correspondencia con la cantidad de registros estadísticos de AB e IRA, con las siguientes variables:

- Temperatura Máxima (gc)
- Temperatura media (gc)
- Temperatura mínima (gc)
- Humedad Relativa (%)
- Tensión de Vapor de agua (mm)
- Presión Atmosférica (Hpa)

La evaluación de la emisión de contaminantes se realizó en los principales sectores socioeconómicos, mediante la utilización adecuada de información sobre la producción y el consumo de materias primas, recopilada en la fuente, o información actualmente disponible en la planta de proceso.

Ante la carencia de muestreos de gases, todas las emisiones fueron estimadas a partir de factores de emisión. Para ello se utilizaron los procedimientos recomendados en la literatura internacional. El inventario de fuentes contaminantes se realizó por un levantamiento a través de encuestas para obtener la información necesaria, y luego estimar las emisiones de las diferentes categorías de fuentes puntuales industriales a nivel del área de salud y, específicamente, a nivel de Consejos Populares (CP).

2. Por otra parte podemos mencionar los trabajos realizados por el (CECONT), específicamente en el caso de Wallo A. 2005, el mismo realizó una investigación la cual culminó con su tesis doctoral, la que se desarrolló dentro del proyecto: Influencia de la Calidad del Aire en la Salud Humana en el Municipio Regla, del Subprograma: Previsión, Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales de la Contaminación Atmosférica y sus Variables Físicas Conexas, del Programa Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano.

En este período de investigación realizó una base de datos, la misma formaba parte de las tareas a realizar en el proyecto antes mencionado, a continuación se hace referencia de la información que conforma la base de datos:

Para el desarrollo de la investigación se seleccionó como polígono experimental el municipio de Regla en atención a que el mismo reúne fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos de diferente potencia, presenta una adecuada cobertura del sistema de salud a través de los consultorios de los médicos de la familia, el asma en dicho territorio está considerado un problema de salud, la existencia de una base histórica tanto de contaminantes como de variables meteorológicas y las facilidades brindadas tanto para la realización de experimentos como para la obtención de información en general.

Los métodos de muestreo y análisis químicos utilizados fueron los implementados en el CECONT los mismos están basados en las metodologías recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial (**OMM**) y además toman en cuenta las especificaciones de las NC: 93-02-203 (1986) y NC: 39: 1999. Los contaminantes fueron medidos en dos estaciones de monitoreo, una en Casablanca y otra en Regla, estas mediciones se hicieron diariamente durante el período 1998-2003, las sustancias analizadas fueron: NO₂, NO, NH₃ y SO₂, también se midieron partículas suspendidas totales en el período 2001-2004.

El criterio utilizado para la definición de los casos de asma bronquial fue la consideración de las entidades que aparecen como tales en la Clasificación Internacional de Enfermedades (**CIE**), según se recoge en normativas de la Organización Mundial de la Salud (**OMS**) (2003). Se tuvo en cuenta la opinión y criterios de diagnóstico clínico de los especialistas consultados de los policlínicos Lidia y Clodomira de Regla, el período de datos utilizados fue desde 1998-2003

La información de las variables temperatura (TT), precipitación (PREC), humedad relativa (Hr), presión (PPP), fuerza del viento (FF), horas sol (HSOL), nubosidad (NUB) y tensión de vapor (TV), se obtuvo del Centro del Clima, mediante los libros de registro diario de las observaciones meteorológicas de cada una de las estaciones estudiadas en los días, meses del período 1998-2004.

Para el tratamiento estadístico de los datos y el establecimiento de las relaciones entre contaminantes, variables meteorológicas y crisis agudas de asma bronquial, mediante correlación múltiple y regresión paso a paso, se usaron los programas EXCEL y STATISTICA.

3. Por último en CUBAENERGIA se han confeccionado varias bases de datos; una para el sector eléctrico, que no incluye los grupos electrógenos y en el otro sentido de base de datos: como herramienta auxiliar en los cálculos de emisiones y dispersión, el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental de Instalaciones Energéticas (**SEIA**), tanto su versión 1.0 simple como la versión para Centrales termoeléctricas, incluye tres bases de datos relacionales compuestas por alrededor de 50 tablas (en dependencia de la versión), que pueden usarse también como almacén de información para cada usuario del sistema en dependencia de sus intereses.

2.2- Justificación de la elección del tipo de Software creado.

Haciendo un análisis general sobre las bases de datos y sistemas automatizados antes mencionados, se considera que estos, manejan información sobre elementos contaminantes, algunas con características mas específicas que otras en este sentido, es decir, dirigidas a demostrar o evaluar la contaminación de forma mas directa como es el caso del SEIA, de CUBAENERGIA, este sistema calcula emisiones de contaminantes a la atmósfera restringidas al sector energético ya que incluye solo fuentes puntuales de esta rama, además de realizar el inventario de las emisiones de forma empírica sin auxilio de una norma como la NC, 242 del 2005, la cual establece como se debe efectuar esta actividad y el tipo de datos a registrar como se explicó con anterioridad en el apéndice 1.2.1 del capítulo I de este trabajo.

Los otros casos analizados están dirigidos fundamentalmente a utilizar información sobre contaminación de la atmósfera para realizar estudios complementarios, pero no para evaluar o conocer directamente los distintos factores que determinan las emisiones.

Este minucioso estudio dió como resultado, que en nuestro país no existe un software que realice inventarios de emisiones para fuentes fijas, el cual se rija por una norma que dicte como se debe hacer esta actividad; y que además este generalizado para todo tipo de sector industrial, conllevando a la decisión de implementar el software SAGIFC, dando solución de esta forma al problema planteado en esta investigación.

2.3- Las Herramientas CASE

Las Herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering), tienen su propia historia, a continuación se realiza una descripción de la manera más sintética. En la década de los setenta el proyecto ISDOS desarrolló un lenguaje llamado "Problem Statement Language" (PSL) para la descripción de los problemas de usuarios y las necesidades de solución de un sistema de información en un diccionario computarizado. Problem Statement Analyzer (PSA) era un producto asociado que analizaba la relación de problemas y necesidades. Pero la primera herramienta CASE como hoy conocemos para PC fue "Exclerator" en 1984. Actualmente la oferta de herramientas CASE es muy amplia entre muchas otras están: Rational Rose y Power Designer. Entre sus principales objetivos se encuentran:

- Aumentar la productividad de las áreas de desarrollo y mantenimiento de los sistemas informáticos.
- Mejorar la calidad del software desarrollado.
- Reducir tiempos y costos de desarrollo y mantenimiento del software.
- Mejorar la gestión y dominio sobre el proyecto en cuanto a su Planificación, Ejecución y Control.
- Mejorar el archivo de datos (enciclopedia) de conocimientos y sus facilidades de uso, reduciendo la dependencia de analistas y programadores.

A continuación se analizan las dos herramientas mencionadas:

El Rational Rose

Rational Rose es la herramienta CASE de modelación visual que soporta de forma completa toda la especificación de UML. Esta herramienta propone la utilización de cuatro tipos de modelos para realizar un diseño del sistema, algunos de estos modelos proporcionan una vista estática y otros una vista dinámica del sistema. Esta herramienta permite crear y refinar estas vistas creando de esta forma un modelo completo que representa el dominio del problema y del sistema.

Una de las grandes ventajas de Rose, es su uso del Lenguaje Unificado de Modelado (UML), proporcionando a los arquitectos y desarrolladores visualizar el sistema completo utilizando un lenguaje común, además los diseñadores pueden modelar sus componentes e interfaces en forma individual y luego unirlos con otros componentes del proyecto.

La Corporación Rational ofrece el Proceso Unificado para el desarrollo de los proyectos de software, desde la etapa de Ingeniería de requerimientos hasta la de pruebas. Para cada una de estas etapas existe una herramienta de ayuda en la administración de los proyectos, Rose es la herramienta de Rational para la etapa de análisis y diseño de sistemas.

Rose genera código fuente en distintos lenguajes de programación, tales como Java y C++, a partir de un diseño en UML y proporciona mecanismos para realizar la denominada Ingeniería Inversa, es decir, a partir del código de un programa, se puede obtener información sobre su diseño. Sin embargo los productos de Rational resultan difíciles de usar y su aprendizaje conlleva un estudio profundo y tiempo de familiarización con el software. El manejo de requerimientos y la gestión de casos de uso se realizan en dos herramientas por separado, con gran número de entradas y salidas complejas. En los diagramas, Rational Rose se comporta de una forma abierta ya que le permite al usuario actuar libremente en la sintaxis.

El Power Designer

Es una herramienta CASE de modelación visual que soporta de forma completa toda la especificación de UML permitiendo:

- Crea bases de datos y aplicaciones cliente/servidor basadas o no en Web.

- Permite a los diseñadores de aplicaciones complejas de cliente/servidor tener una descripción general de los procesos particulares para comprender mejor a la organización.
- Exporta información del modelo físico y extiende atributos al diccionario de 4GL. Importa atributos extendidos de PowerBuilder.
- Soporta definición de atributos extendidos para PowerBuilder, Progress, Uniface, PowerHouse, Axiant, y NS-DK.
 - Cuenta con herramientas para la creación y control de diagramas como son:
 - Off-page Connector: que representa los flujos de entradas y salidas en un proceso.
 - Business Rules: Define las reglas de uso para Procesos de Almacenamiento de datos, Entidades externas, y Flujos de dato.
 - CRUD Matrix: Define el efecto de un proceso de datos en términos de Crear, Leer, Actualizar, y Borrar operaciones (CRUD).
 - Posee una ayuda sensible al contexto.
- Data Architect proporciona capacidades de modelado de datos tradicional, incluyendo diseño de Bases de Datos, generación, mantenimiento, ingeniería de reversa y documentación para arquitecturas de bases de datos.
- Permite que los diseñadores de Bases de Datos creen estructuras de datos flexibles, eficientes y efectivos para usar una ingeniería de aplicación de bases de datos.
- Proporciona un diseño conceptual de modelo de datos, generación automática de modelo de datos, diseño de normalización física, sistema de manejo de bases de datos múltiples (DBMS) y soporte de herramientas de desarrollo, y elementos de reportes con presentación y calidad.
- Mediante el incremento del modelo de la base de datos, AppModeler genera instantáneamente objetos, componentes data-ware, y hasta aplicaciones básicas listas para ejecutarse inmediatamente en PowerBuilder, Power++, Visual Basic, Delphi, y Web-based objects.
- El AppModeler permite a los desarrolladores: diseñar modelos de bases de datos físicas o crearlas instantáneamente a través de la ingeniería de reversa de bases de datos existentes, generar, documentar y mantener bases de datos, generar

rápidamente objetos de aplicación y componentes de datos para PowerBuilder 4.0 y 5.0; Visual Basic 3.0, 4.0, y 5.0; Delphi 2.0; Power++; y el Web.

- Generación de objetos PowerBuilder. Soporta todas las ediciones de PowerBuilder 4.0 y 5.0. Genera objetos personalizables de PowerBuilder y componentes basados en modelos de bases de datos físicos y plantillas que se encuentran dentro de las librerías de clases de su elección. Genera objetos ventana y ventana de datos basadas en tablas, vistas y relaciones de llaves primarias-foráneas. Genera y hace ingeniería de reverso a los atributos. Incluye plantillas personalizables para la librería PowerBuilder Foundation Class (PFC).
- Generación de objetos en Visual Basic. Soporta todas las ediciones de Visual Basic 3.0, 4.0, y 5.0. Incluye add-in de Visual Basic para la fácil manipulación de plantillas predeterminadas personalizables. Genera formas basadas en tablas, vistas, y relaciones de llaves primarias-secundarias. Genera proyectos basados en modelos de propiedades. Genera controles tales como menús, listas, etc.
- Generación de objetos Delphi. Soporta todas las ediciones de Delphi 2.0. Incluye add-in de Delphi para una manipulación de plantillas personalizables predefinidas.
- Genera aplicaciones y objetos (proyectos, formas, y controles) de tablas, columnas y referencias.
- Soporta Modelos Funcionales y Notaciones de Diagramas de Flujo Modelo Funcional de Objeto (OMT) Yourdon/DeMarco Gane & Sarson SSADM (Análisis de sistema estructurado y metodología de diseño, Structured System Analysis & Design Methodology).
- Creación flexible de reportes estructurados a través de plantilla de reportes.
- Estructura de árbol de elementos seleccionados para facilitar la organización.
- Posee Objetos drag-and-drop con estructura de árbol para facilitar los ajustes.
- Salva plantillas de reportes.
- Vista previa del reporte antes de imprimirlo.
- Selecciona un lenguaje por omisión para el reporte.
- Permite dirigir la impresión o exportarla a Microsoft Word, Word Perfect, PageMaker, etc.

2.4- Sistemas Gestores de Bases de Datos.

Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) es un conjunto de datos relacionados entre si y un grupo de programas para tener acceso a esos datos. [KOR, 86].

Los Sistemas Gestores de Bases de Datos son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre las bases de datos y las aplicaciones que la utilizan. En la actualidad existe una gran variedad de SGBD, tanto de tipo comercial como libre. A continuación se exponen los más conocidos.

MS ACCESS.

Teniendo en cuenta la literatura consultada podemos destacar que MSAccess es una buena opción para la pequeña y mediana empresa. Es muy visual, siguiendo los pasos sencillos de los asistentes se pueden crear interfaces para la entrada y modificación de datos de una tabla, acciones sumamente sencillas si se comparan con la introducción de sentencias en SQL. También se puede combinar con Delphi, C++, C# permitiendo la creación de entornos amigables y funcionales.

Microsoft SQL Server.

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado por Microsoft. Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para la mayoría de las plataformas de desarrollo, incluyendo .NET. El SQL Server permite lograr una gran velocidad en el procesamiento de transacciones, y agilidad en todas sus operaciones, pero presenta el inconveniente de no ser multiplataforma, ya que sólo está disponible en Sistemas Operativos de Microsoft.

Oracle.

Es considerado el SGBD más completo que existe. Sus características más destacadas son el soporte de transacciones, su gran estabilidad y seguridad, su escalabilidad, así como que es un sistema multiplataforma, entre otras ventajas. Aunque su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido casi total hasta hace poco, recientemente sufre la competencia de otros SGBD. Su mayor defecto es su enorme precio y también ha sido criticado por algunos especialistas por la seguridad de la plataforma, y las políticas de suministro de parches de seguridad, que incrementan el nivel de exposición de los usuarios.

MySQL.

Es uno de los Sistemas Gestores de bases de Datos más populares desarrollados bajo la filosofía de código abierto. MySQL tiene como una de sus principales ventajas la velocidad en la lectura de datos, pero a costa de eliminar un conjunto de facilidades que presentan otros SGBD: integridad referencial, bloqueo de registros, procedimientos almacenados, entre otros. En recientes versiones de MySQL se incluyen algunas de estas características, pero indudablemente esto va en detrimento de la velocidad.

PostgreSQL.

Está considerado el SGBD de código abierto más avanzado del mundo. PostgreSQL proporciona un gran número de características que normalmente sólo se encontraban en las bases de datos comerciales de alto calibre tales como Oracle.

Es un SGBD objeto-relacional, ya que aproxima los datos a un modelo objeto-relacional, y es capaz de manejar complejas rutinas y reglas. Su avanzada funcionalidad se pone de manifiesto con las consultas SQL declarativas, el control de concurrencia multiversión, soporte multiusuario, transacciones, optimización de consultas, herencia y valores no atómicos (atributos basados en vectores y conjuntos).

Es altamente extensible: soporta operadores y tipos de datos definidos por el usuario. Soporta la especificación SQL99 e incluye características avanzadas tales como las uniones (joins) SQL92. Cuenta con una API (del inglés Application Program Interface) flexible lo cual ha permitido dar soporte para el desarrollo con PostgreSQL en diversos lenguajes de programación entre los que se incluyen: Object Pascal, Python, Perl, PHP, ODBC, Java/JDBC, Ruby, TCL, C/C++, y Pike. Tiene soporte para lenguajes procedurales internos, incluido un lenguaje nativo denominado PL/pgSQL, el cual es comparable con el lenguaje procedural de Oracle PL/SQL. Presenta como ventaja frente a MySQL (que tiene sus restricciones en las licencias), que es totalmente libre.

2.5- Herramientas de programación.

Al elegir la herramienta para la implementación de un sistema es una tarea compleja y delicada, aunque siempre se debe tener como prioridad las necesidades y posibilidades de desarrollo existentes.

Para SAGIFC, que es una aplicación de bases de datos, se seleccionaría una aplicación que permita emplear más tiempo en el análisis, planificación y diseño y menos en tareas como la creación de interfaces, gestión de mensajes del sistema, etc. Por su buena preparación para el trabajo con bases de datos se podría elegir entre Visual Basic, Delphi, C++ Builder.

Visual Basic es la herramienta de desarrollo más fácil de usar, tanto por el entorno como por el lenguaje usado pero tanto Delphi como C++ Builder cuentan con entornos similares a Visual Basic, aunque el lenguaje que usan es totalmente diferente. Delphi usa el lenguaje Object Pascal, un Pascal orientado a objetos con la flexibilidad y potencia de C++ pero sin la complejidad de éste. C++ Builder utiliza el lenguaje C++. Sin embargo prácticamente todo lo dicho de Delphi es aplicable a C++ Builder, exceptuando que el lenguaje no es Object Pascal sino C++.

2.6- Fundamentación de las Tecnologías y Herramientas a Utilizar.

El sistema propuesto se tiene concebido implantarlo en el CMP, el sistema operativo utilizado en este centro es Windows, en el mencionado centro existe el Software ClimVar desarrollado con la herramienta de programación Delphi, de este Software se obtienen datos para almacenarlos en SAGIFC, la base de datos requerida para este trabajo no presenta gran complejidad, debido a estas consideraciones se procedió a la selección de las diferentes herramientas a utilizar para la implementación de SAGIFC, a continuación se amplia en el por qué de la selección de las diferentes tecnologías.

Por qué utilizar Rational Rose y no otras opciones:

En el caso de las herramientas CASE, se decidió utilizar para la realización del trabajo, el Rational Rose, ya que con la misma se podía realizar sin ningún tipo de problema los diagramas y por que el realizador de SAGIFC, era la que dominaba.

Por qué utilizar MS ACCESS y no otras opciones:

Teniendo en cuenta las características analizadas en el epígrafe 2.4 se decidió utilizar MS ACCESS atendiendo a las necesidades del Software, que al ser una aplicación de escritorio

no necesita el acceso compartido a los datos, es de fácil utilización, no consume grandes recursos y se cuenta con amplia bibliografía y un mayor conocimiento en su manejo por parte de los desarrolladores de SAGIFC.

Por qué utilizar Delphi y no otras opciones:

Teniendo presente las consideraciones analizadas en el epígrafe 2.5 y teniendo en cuenta un dominio mas amplio de Delphi por parte del desarrollador de SAGIFC y un conocimiento mas sólido de su uso con Bases de Datos fue que se decidió seleccionar esta plataforma de programación para la implementación de la Interfaz, ya que la misma satisface todas las necesidades planteadas por la aplicación.

Capítulo 3

*“Diseño y Implementación de
SAGIFC”*



El capítulo abarca los procesos de diseño y implementación de: la Base de Datos, Interfaz de Usuario de SAGIFC, diseño de la Interfaz, la Seguridad de la Base de Datos, la Ayuda y el diseño de la Navegación de SAGIFC, presentando el basamento teórico empleado según los materiales consultados para cada uno de los epígrafes.

En el primer epígrafe se analiza el diseño de la base de datos. Se abarcan conceptos como: entidad, atributo, relación, llave primaria llave extranjera, etc. manejados a la hora de obtener el Modelo Conceptual y se ejemplifica el uso de dichos conceptos en SAGIFC.

En el segundo epígrafe se representa el Modelo Lógico de los Datos. Mostrando las facilidades brindadas por MSAccess utilizadas en la implementación de la Base de Datos, como la Integridad Referencial y la de Llave, las operaciones de borrado y actualizado en cascada sin tener que controlar estas operaciones mediante código, los tipos de datos que se pueden emplear, los que cubren las necesidades del problema y las facilidades para la creación de consultas que proporciona este gestor.

Seguidamente, en el tercer epígrafe se puntualizan los requerimientos funcionales que deben ser cumplimentados por SAGIFC para dar resultado a la problemática planteada, previo análisis con los usuarios finales del sistema.

En el cuarto epígrafe se realiza el diseño de la interfaz realizada con el apoyo de artefactos del Lenguaje Unificado de Modelado (UML), se definen actores, casos de usos, diagramas de casos de uso.

En el quinto epígrafe se realiza la implementación de la Interfaz de Usuario de SAGIFC, abordando las características que hicieron a Delphi 6 la herramienta elegida, y se especifica aquellas facilidades que se utilizaron.

En el sexto epígrafe se hace una descripción del proceso de diseño de la seguridad de la base de datos, justificando los grupos, cuentas de usuarios y permisos definidos.

En el séptimo epígrafe se muestra la implementación de la seguridad de la Base de Datos de SAGIFC, exponiendo como se construyó con el empleo del gestor, que permite realizar esta seguridad a nivel de tablas de la Base de Datos.

El octavo epígrafe trata los tópicos que contienen la Ayuda de SAGIFC y la relación con la interfaz de usuario.

En el noveno epígrafe se realiza una caracterización del Visual Help Pro el cual fue utilizado para implementar la ayuda de SAGIFC.

El décimo, y último epígrafe de este capítulo, muestra el diseño de navegación el cual esta en correspondencia con los casos de uso definidos.

3.1- Diseño de la Base de Datos.

En el primer capítulo de este trabajo, al caracterizar el negocio, se mostró el Modelo Conceptual (**Fig. 1.4.1**), para la obtención del mismo se tuvieron en cuenta conceptos de Bases de Datos como los que se enumeran a continuación:

Entidad: Cosas o elementos de los cuales es de nuestro interés recoger información estando bien diferenciados entre si, que poseen propiedades y entre los cuales se establecen relaciones. También las Entidades pueden ser cosas no tangibles, como un suceso o un concepto abstracto.

En el Modelo Conceptual o en el Diagrama Entidad Relación (DER) las Entidades son representadas gráficamente mediante rectángulos en los que en su interior aparece el nombre de la Entidad. Un nombre de entidad solo puede aparecer una vez en el Modelo Conceptual.

Entidad Débil: Aquella entidad que su existencia depende de la existencia de otra entidad, es decir no tiene existencia propia.

Atributo: Es la unidad menor de información sobre una Entidad, y representa las propiedades o atributos de interés. Gráficamente, pueden ser representadas en el DER mediante bolitas que cuelgan de las entidades a las que pertenece, en el Modelo Conceptual dentro del rectángulo que representa a la Entidad separadas del nombre de esta por una línea.

Relación: Correspondencia o asociación entre dos o más entidades. Las relaciones pueden ser representadas gráficamente en el DER mediante rombos que se unen por líneas a las Entidades relacionadas o mediante líneas que unen a las Entidades, señalándose en cada extremo la cardinalidad.

Los posibles tipos de relaciones que puede haber entre dos Entidades son:

- **Relaciones 1-1:** Cuando una instancia de una de las Entidad le corresponde solo una instancia de la otra y viceversa.
- **Relaciones 1-n:** Cuando a una instancia de una Entidad le corresponde muchas de la otra.
- **Relaciones n-n:** Cuando una instancia de una de las Entidad le corresponde muchas instancias de la otra y viceversa. Una relación n-n constituye en el Modelo Lógico de los Datos una nueva tabla, la cual tendrá como identificador una llave compuesta, constituida por las llaves de cada una de las Entidades implicadas en la relación, pudiendo tener atributos propios la relación, los que serían campos de la tabla. En caso que las relaciones tengan atributos propios es necesario que estén representados explícitamente en el Modelo Conceptual construido por el CASE para poder generar correctamente la tabla correspondiente a la relación.

Se manejan también los siguientes conceptos:

- **Llave Primaria:** Atributo o conjunto de atributos de la entidad que permite referirse sin ambigüedad a un elemento de la misma, esto hace que no pueda existir dos elementos en una Entidad con igual valor de la llave primaria, a su vez esta no puede tener un valor nulo.

- **Llave Extranjera:** Atributo o conjunto de atributos de la Entidad que son llave de otra Entidad con la cual se encuentra relacionada.
- **Atributo mandatario:** Aquel que no puede tener valor nulo, de hecho todas las Llaves primarias son mandatarias.
- **Dominio:** Conjunto de valores en los que pueden tomar valor un atributo.

Para apreciar como se ponen de manifiesto estos conceptos se puede analizar la (**Fig. 3.1.1**) que muestra el Modelo Lógico Global obtenido mediante el CASE Rational Rose.

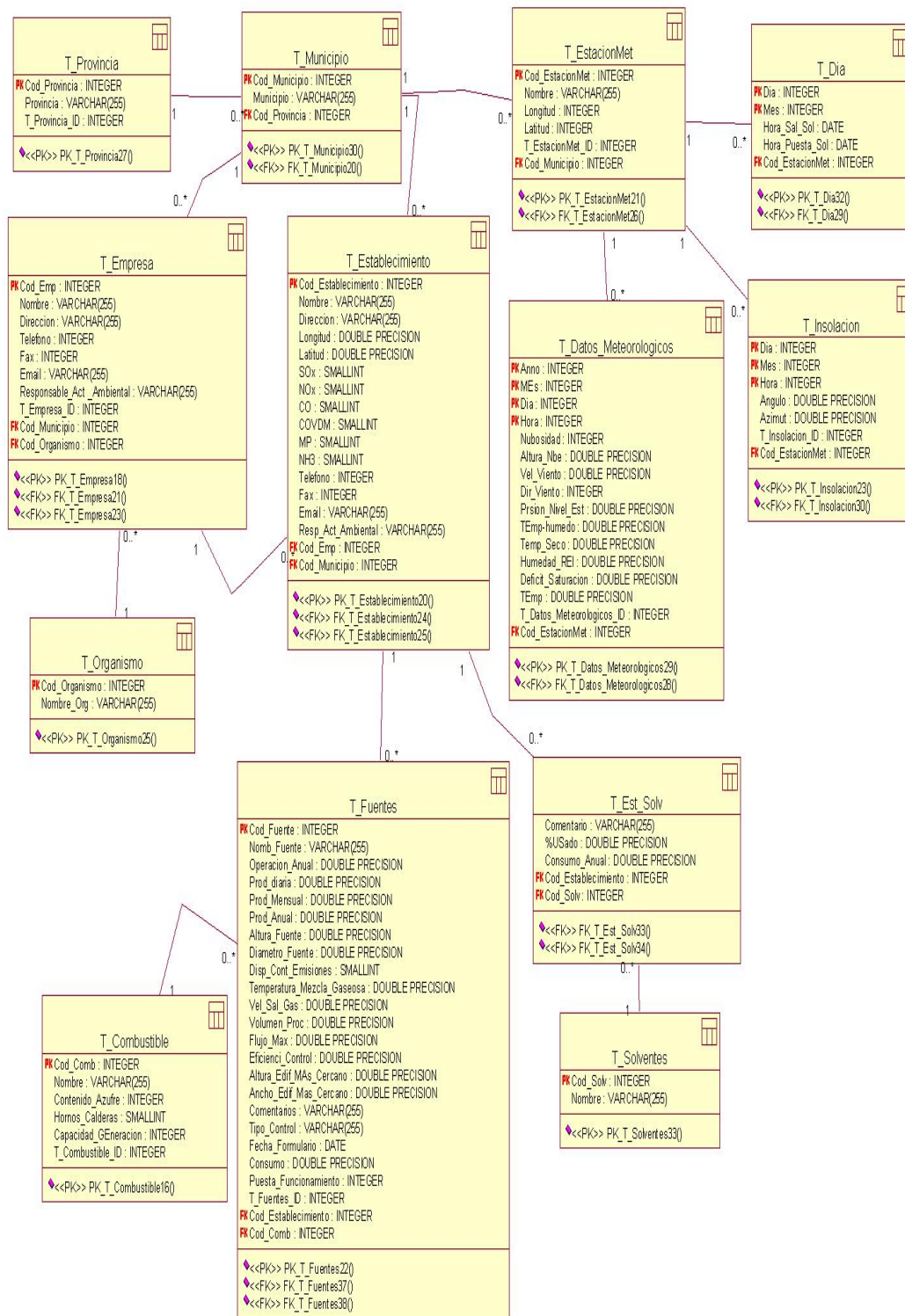
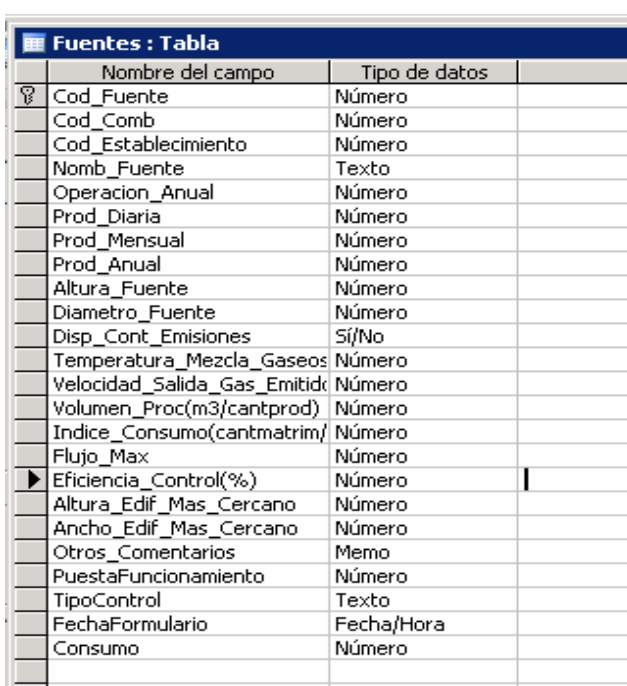


Fig. 3.1.1 Modelo Lógico Global.

3.2- Implementación de la Base de Datos.

En el capítulo 2, epígrafe 2.6, se explicó el por qué de la elección de ACCESS, como gestor de base de datos para implementarlo en el sistema propuesto para este trabajo. A continuación se describen algunas características específicas que se utilizaron en la implementación de la base de datos.

- Permite el ingreso de datos de tipos: Numéricos, Texto, Fecha, Sí/No, OLE, Moneda, Memo, con los cuales se satisfacen los requerimientos del sistema (**Fig. 3.2.1**)



	Nombre del campo	Tipo de datos
?	Cod_Fuente	Número
	Cod_Comb	Número
	Cod_Establecimiento	Número
	Nomb_Fuente	Texto
	Operacion_Anual	Número
	Prod_Diaria	Número
	Prod_Mensual	Número
	Prod_Anual	Número
	Altura_Fuente	Número
	Diametro_Fuente	Número
	Disp_Cont_Emisiones	Sí/No
	Temperatura_Mezcla_Gaseos	Número
	Velocidad_Salida_Gas_Emitido	Número
	Volumen_Proc(m3/cantprod)	Número
	Indice_Consumo(cantmatrim/	Número
	Flujo_Max	Número
▶	Eficiencia_Control(%)	Número
	Altura_Edif_Mas_Cercano	Número
	Ancho_Edif_Mas_Cercano	Número
	Otros_Comentarios	Memo
	PuestaFuncionamiento	Número
	TipoControl	Texto
	FechaFormulario	Fecha/Hora
	Consumo	Número

Fig. 3.2.1- Tipos de Datos de MS Access utilizados en la tabla Fuentes.

- Posibilita realizar consultas directas a las tablas contenidas mediante instrucciones SQL o mediante su potente generador de consultas que construye las mismas de manera visual con solo arrastrar las tablas a usar y los campos a utilizar de estas tablas. Permitiendo la utilización de varios tipos de consultas, tales como las empleadas para la implementación de SAGIFC: de selección (**Fig. 3.2.2**) y eliminación (**Fig. 3.2.3**).

Establecimiento_Mun_Prov_Org : Consulta de selección

Organismo: Cod_Organismo, Nombre_Org

Empresa: Cod_Organismo, Telefono, Fax, Email, Resp_Act_Am

Establecimiento: Cod_Establecimiento, Cod_Proc_Inc, Nombre, Direccion

Municipio: Cod_Municipio, Municipio, Cod_Provincia

Provincia: Cod_Provincia, Provincia

Campo:	Cod_Establecimiento	Cod_Municipio	Nombre	Direccion	Cod_Organismo	Telefono	Fax	Email
Tabla:	Establecimiento	Establecimiento	Establecimiento	Empresa	Empresa	Empresa	Empresa	Empresa
Orden:								
Mostrar:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Criterios:								
o:								

Fig. 3.2.2- Ejemplo de una consulta de selección de SAGIFC.

Consulta1 : Consulta de eliminación

Dia

Cod_Estacion

Dia

Mes

Hora_Salida_S

Campo:	Hora_Salida_Sol			
Tabla:	Dia			
Eliminar:	Dónde			
Criterios:	Es Nulo			
o:				

Fig. 3.2.3- Ejemplo de consulta de eliminación de SAGIFC.

- Garantiza por sí mismo las integridades de llave y referencial, así como las operaciones de eliminado y borrado en cascada, facilitando el trabajo al no necesitar controlarlas por código (Fig. 3.2.4).

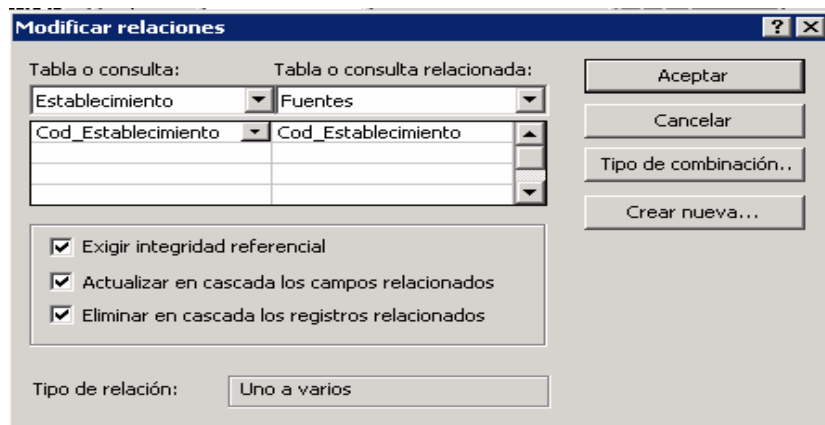


Fig. 3.2.4- Exigencia de la Integridad Referencial y de las operaciones de actualizado y eliminado en cascada.

- Brinda diferentes niveles y métodos de protección de los datos, entre ellos **Seguridad a nivel de usuario** uno de los modos más fuerte y flexible de protección de una aplicación, el cual fue utilizado en la implementación de la seguridad de la Base de Datos de SAGIFC.

A continuación se muestra el Modelo Lógico de Datos Extendido de SAGIFC.

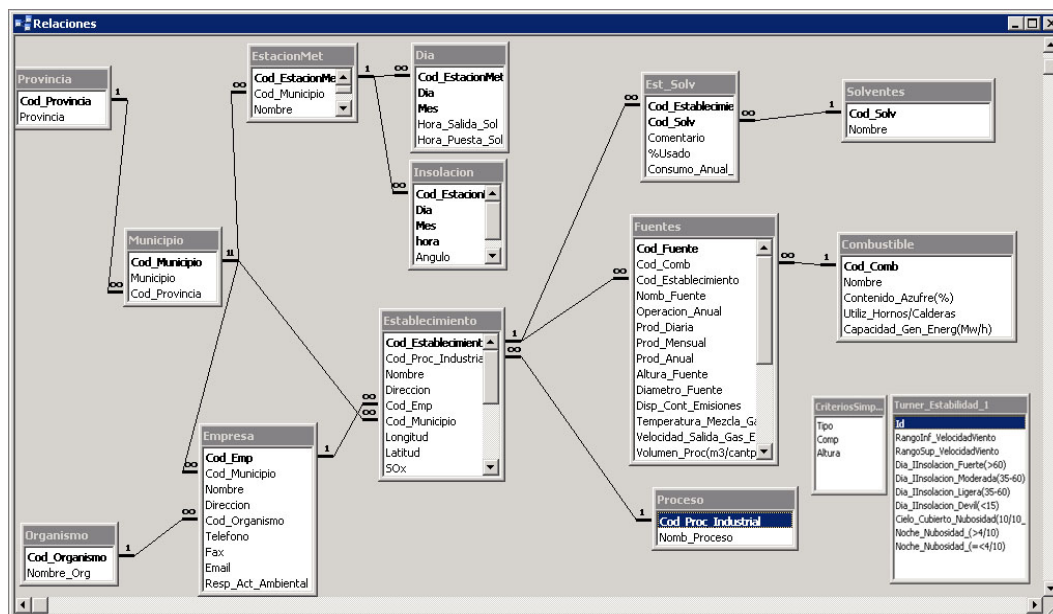


Fig. 3.2.5- Modelo Lógico de Datos Extendido.

3.3- Diseño de la Interfaz de Usuario de SAGIFC.

El diseño de la Interfaz de Usuario debe estar en correspondencia con los requerimientos funcionales a satisfacer por el sistema. Se entiende por requerimientos funcionales al grupo de funcionalidades que debe cumplimentar el software según las exigencias del cliente y los usuarios finales.

Los requerimientos planteados a SAGIFC son:

R1: Autenticación del usuario.

R2: Gestionar Registro de Cuentas de Usuarios y permisos sobre las tablas de la Base de Datos.

R3: Cambiar contraseña de conexión.

R4: Gestionar Inventarios de Fuentes Contaminantes.

R5: Obtener Reportes de datos Tecnológicos y Meteorológicos para un Día.

R6: Obtener Reportes de datos Tecnológicos y Meteorológicos para un Mes

R7: Gestionar Sección Meteorológica.

R8: Gestionar Datos Auxiliares.

Los actores del Sistema, beneficiarios de las funciones antes señaladas son:

Actor.	Rol
Administrador	Es responsable de la actualización de las Cuentas de Usuario y de los privilegios otorgados sobre la Base de Datos, además puede intervenir en toda la gestión de la información de la misma, ya sea de los inventarios de las fuentes o en la referente a los Datos Auxiliares.
Consultante	Sólo puede consultar la información de la Base de Datos, permitiéndosele el acceso al listado de las fuentes contaminantes y a la obtención de los reportes especificados en los requerimientos. No tiene permisos para realizar modificaciones, ni incorporar nuevos datos, tampoco tendrá derecho para actualizar el registro de

	cuentas de usuarios y los permisos otorgados a estos,
Especialista	Es el encargado de la gestión de los Inventarios, Datos Auxiliares e Información Meteorológica. Puede adicionar y modificar registros en la base de datos, así como obtener los reportes. Tiene la facultad de cambiar su contraseña, no así la de algún otro usuario de SAGIFC.

Tabla 3.3.1- Actores de SAGIFC.

Los Casos de Uso del sistema propuesto (fragmentos de funcionalidad que el sistema ofrece para aportar un resultado de valor para los actores) han sido agrupados en paquetes de Casos de Uso siguiendo el criterio de funcionalidad con el objetivo de lograr una mejor comprensión del Modelo y modularización de las funcionalidades que brinda el sistema, estos se muestran en la **(Fig. 3.3.1)**.

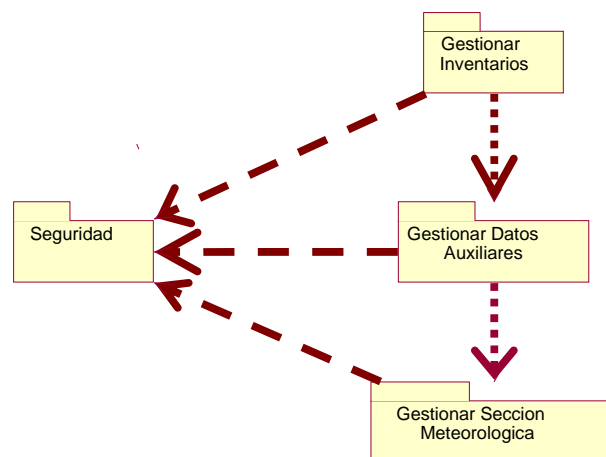


Fig. 3.3.1- Diagrama de paquetes de Casos de Uso

Se han definido cuatro paquetes: Seguridad, Gestionar Datos Auxiliares, Gestionar Inventarios y Gestionar Sección Meteorológica, seguidamente se mostraran los diagramas de cada caso de uso, describiéndose solo en los anexos los considerados como principales.

El paquete Seguridad contiene los casos de uso: Autenticación, Gestionar Usuarios, Eliminar Usuario, Adicionar Usuario y Cambiar Contraseña. Autenticación puede ser inicializado por cualquier usuario, en cambio, Gestionar Usuarios solo lo inicia el

Administrador, el Especialista además de autenticarse puede Cambiar su contraseña.
(Fig. 3.3.2).

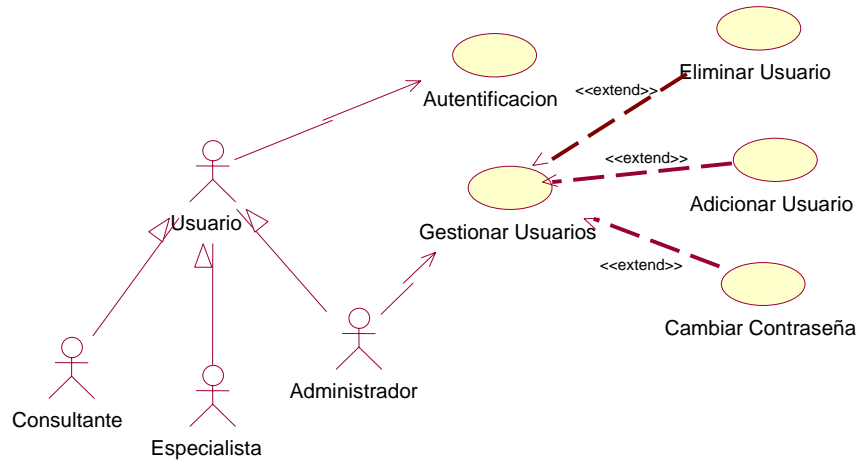


Fig. 3.3.2- Diagrama de casos de uso del paquete Seguridad.

La descripción textual, asociada a estos casos de uso se realizó apoyándose en la Propuesta de Interfaz de usuario, las mismas aparecen en el anexo 20 **(3.3.1)**.

El paquete Gestionar Inventarios contiene los casos de uso: Gestionar Fuentes, Listar Fuentes, Adicionar Fuentes, Eliminar Fuentes, Obtener Reportes, Reporte para un mes, Reporte para un día, Obtener Datos Meteorológicos y Realizar Cálculos. El caso de uso gestionar Fuentes puede ser iniciado por el Administrador o el Especialista, ellos además pueden inicializar el caso de uso Listar Fuentes, en cambio el Consultante solo puede iniciar este ultimo. Ver **(Fig.3.3.10)**.

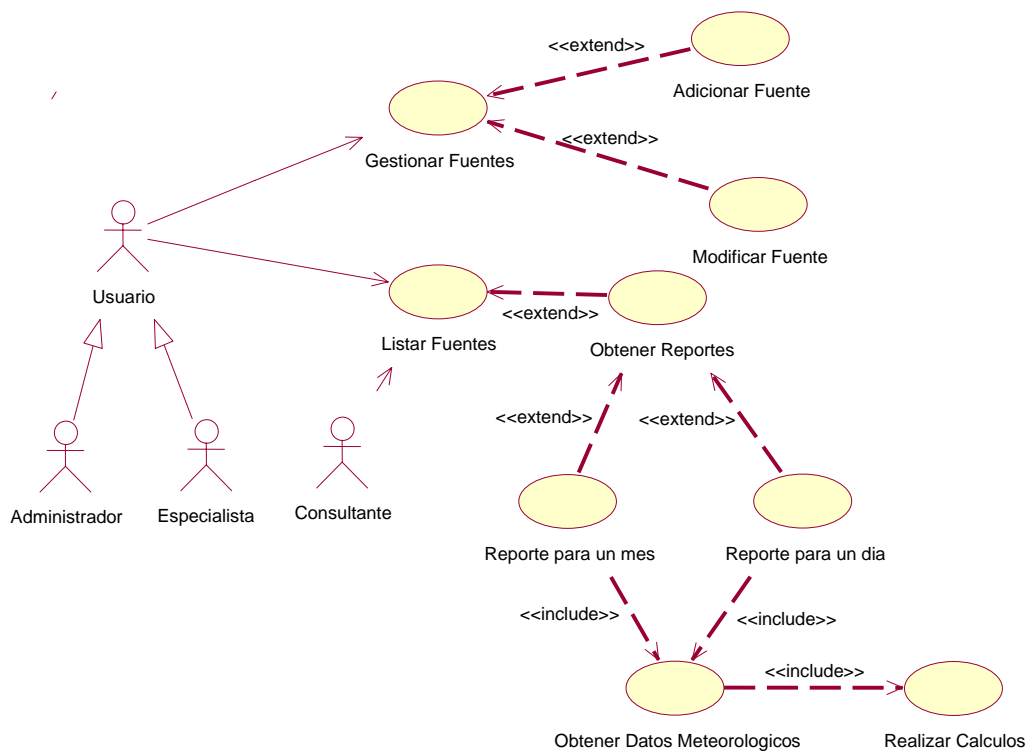


Fig. 3.3.10- Diagrama de casos de uso del paquete Gestionar Inventario

En el anexo 21 (3.3.2) aparece la descripción de los casos de uso asociados al paquete Gestionar Inventario.

El paquete Gestionar Datos Auxiliares agrupa los casos de uso siguientes: Gestionar Procesos, Gestionar Establecimientos, Gestionar Solventes, Gestionar Empresas, Gestionar Combustibles, Gestionar Organismos y Asignar Solventes, Además de los casos de uso que permiten adicionar y modificar cada una de las Entidades que se Incluyen. Estos solo pueden ser inicializados por el Administrador o el Especialista. (Fig. 3.3.19).

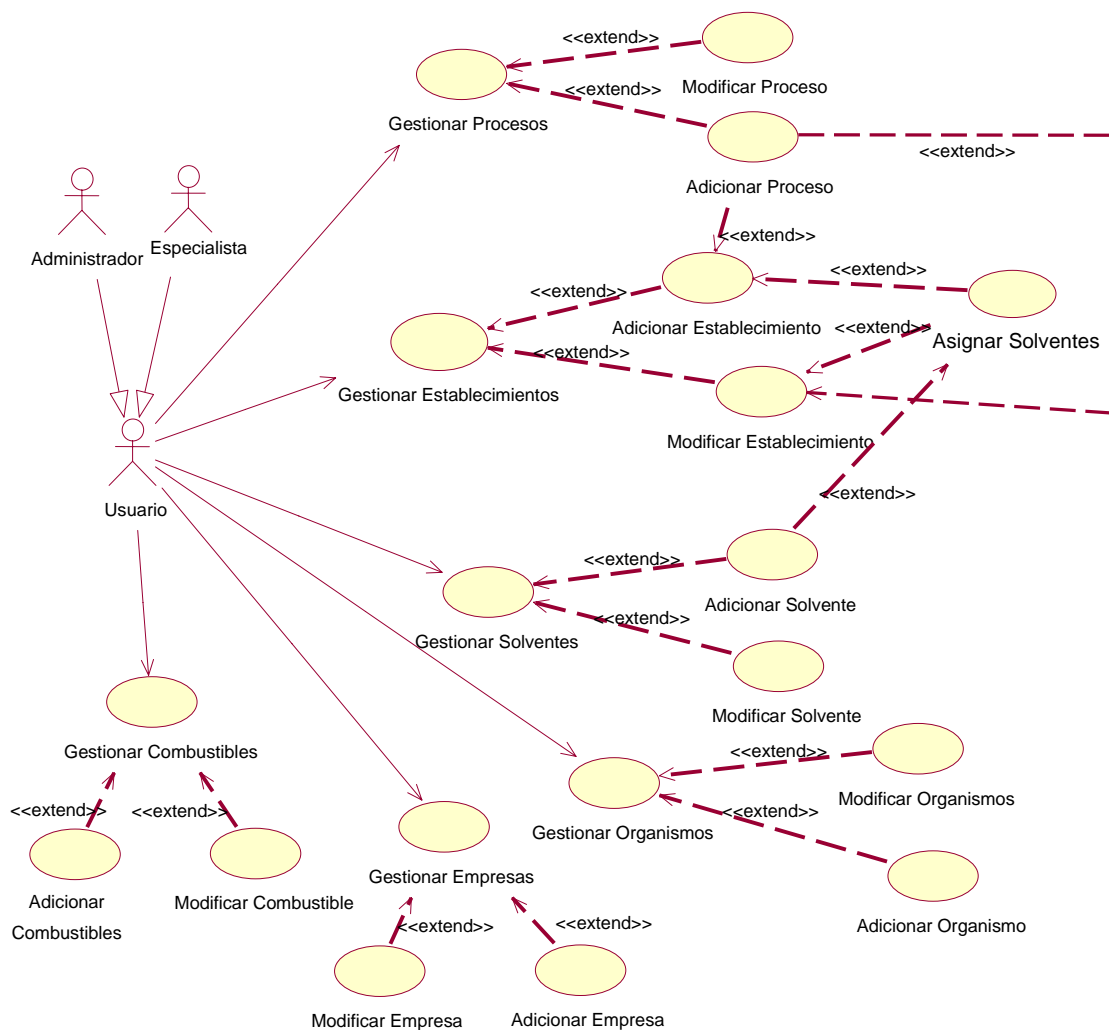


Fig. 3.3.19- Diagrama de casos de uso del paquete Gestionar Datos Auxiliares

El paquete Gestionar Información Meteorológica agrupa: Gestionar Estaciones, Adicionar Estaciones y Modificar Estaciones. Estos solo pueden ser inicializados por el Administrador o el Especialista. **(Fig. 3.3.20).**

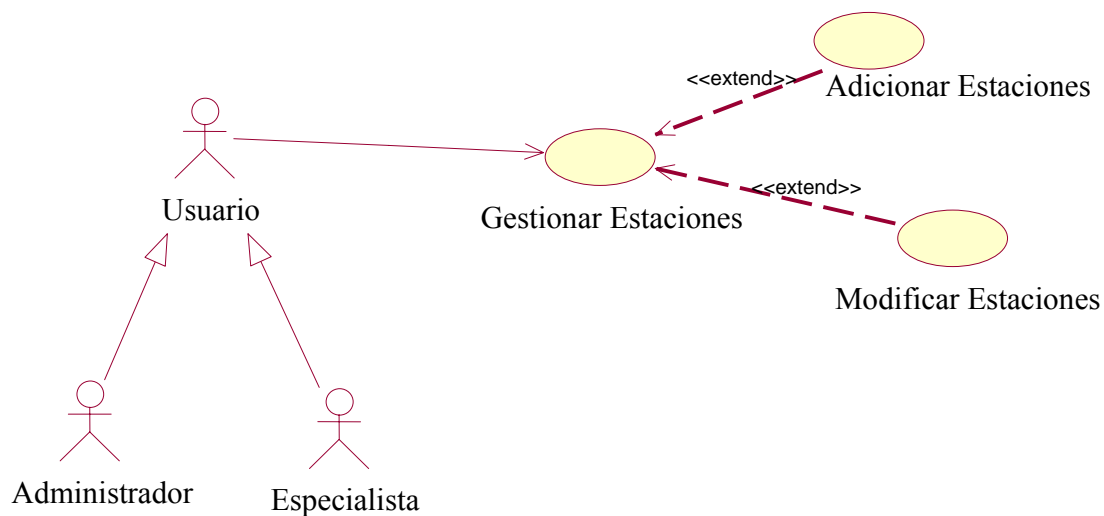


Fig. 3.3.20- Diagrama de casos de uso del paquete Información Meteorológica.

Para el diseño de SAGIFC se emplearon algunos de los artefactos del Lenguaje de Modelado Unificado (UML). Su utilización no depende del lenguaje de programación y de las características del proyecto, pues UML está diseñado para modelar cualquier tipo de proyectos, tanto informáticos como de cualquier otra rama.

Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad, está apoyado en gran manera por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables.

Es importante remarcar que UML es un "lenguaje" para especificar y no un método o un proceso, se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir -es el lenguaje en el que está descrito el modelo. Se

puede aplicar en una gran variedad de formas para soportar una metodología de desarrollo de software

UML pretende unificar la experiencia basada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar.

UML no es un lenguaje de programación. Las herramientas pueden ofrecer generadores de código de UML para una gran variedad de lenguaje de programación, así como construir modelos por ingeniería inversa a partir de programas existentes.

Es un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos. UML es también un lenguaje de modelamiento visual que permite una abstracción del sistema y sus componentes.

Principales características:

- Ser un lenguaje gráfico con una semántica bien definida que estandariza la modelación durante el proceso de desarrollo del software para que sea legible por todo el equipo de proyecto y usuario.
- Construye modelos precisos, no ambiguos, y completos.
- No es un lenguaje de programación, pero sus modelos pueden transformarse en código fuente, tablas o almacenamiento de objetos (Generación directa del código).
- Permite describir requerimientos, la arquitectura y modelar las pruebas a través de artefactos que permiten documentar el proceso. **[RUMBAUGH, 2004].**

3.4- Diseño de la Interfaz.

Para el diseño de la Interfaz de Usuario de SAGIFC se emplearon algunos de los artefactos del Lenguaje de Modelado Unificado (UML), utilizando para crearlos la herramienta CASE (Computer Assisted Software Engineering) Rational Rose que ayuda a establecer una trazabilidad real entre el modelo (análisis y diseño) y el código ejecutable; facilita el desarrollo de un proceso cooperativo en el que contiene sus propias vistas de información, pero comparten un mismo modelo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

En el diseño de SAGIFC se utilizaron específicamente vistas lógicas para representar las funcionalidades a realizar por el sistema y los usuarios interesados en ellas empleándose los conceptos de:

- Actores: elementos que interactúan con la aplicación ya sea un humano, un software o hardware.
- Casos de usos: agrupación de fragmentos de funcionalidad que el sistema ofrece para aportar un resultado de valor para los actores.
- Diagrama de Caso de Uso: modela la funcionalidad del sistema agrupándola en descripciones de acciones ejecutadas por un sistema para obtener un resultado, representándose la relación entre los casos de uso y los actores relacionados con estos.

En este caso específico se representaron las funcionalidades por paquetes como se observa en la **(Fig. 3.3.1)**. Además las **(Fig: 3.3.2, 3.3.10, 3.3.19 y 3.3.20)** muestran los diagramas de casos de usos que agrupa la estructura de paquetes, haciéndose una descripción textual de su realización por individual.

3.5- Implementación de la Interfaz de Usuario de SAGIFC.

Atendiendo al planteamiento realizado en epígrafe 2.6, del capítulo 2, queda claro que la implementación de la Interfaz de Usuario de SAGIFC, esta determinada por la herramienta de programación Delphi 6, seguidamente se realiza una descripción de sus características:

- Es una herramienta de desarrollo más rápida y productiva desarrollo de aplicaciones con Bases de Datos.
- Similar a C ++ en cuanto a velocidad de ejecución, compilación y enlace.
- Programación orientada a objeto, permite encapsulamiento, herencia y polimorfismo.
- Dispone del Object Pascal que es totalmente compatible con el Borland Pascal 7.0, lo que permite que programas desarrollados con este último puedan ser convertidos a Delphi. Aspectos nuevos en el Object Pascal en relación a sus predecesores son el

tratamiento y canalización de errores en tiempo de ejecución, un manejo más sencillo de los punteros con reconocimiento automático y referenciación, las llamadas propiedades de objetos que pueden ser asignadas como las variables, etc.

- Componentes integrados dentro del lenguaje y compatibles con Microsoft Office, reduciendo el uso de librerías y permite crear nuevos componentes. La VCL (Visual Controls Library), puede estructurarse libremente y así adaptarse totalmente a las situaciones propias de programación.
- Tratamiento de errores mediante excepciones.
- Modelo de datos y relaciones de forma visual.
- Fácil integración de informes y gráficos de gestión.
- Es una herramienta de dos direcciones porque permite crear el desarrollo de programas de dos formas: una de forma visual en la pantalla, por medio de las funciones de Drag & Drop (Arrastrar y colocar), y la otra a través de la programación convencional escribiendo el código. Ambas técnicas pueden utilizarse de forma alternativa o simultánea.
- Las aplicaciones terminadas quedan disponibles como archivos ejecutables (.EXE) que pueden utilizarse solos y sin bibliotecas adicionales.

Para instalar Delphi basta de un ordenador que cumpla las siguientes características:

- Procesador: Intel Pentium 90 o superior (recomendado Pentium 166 en adelante).
- Sistema operativo: Microsoft Windows 95, 98, Me, XP, o NT4.0 o 2000
- Memoria RAM: 32Mb (recomendado 64Mb en adelante).
- Espacio disponible en disco duro: 80 MB para la instalación compacta y 230 MB para la completa.

Por las características anteriores y las razones que se expondrán a continuación se escogió la herramienta Delphi para el desarrollo del sistema SAGIFC:

1. La herramienta cuenta con características suficientes para cubrir con los requerimientos exigidos a cumplir por el sistema, permitiendo utilizar sentencias SQL para realizar

actualizaciones, validaciones y consultas a la Base de Datos, así como para la obtención de informes y gráficos de forma sencilla y eficaz.

2. Los requerimientos de hardware que necesita para su funcionamiento son mínimos.
3. Se cuenta con una mayor experiencia en el manejo de aplicaciones mediante Delphi
4. Existe abundante bibliografía con respecto al Delphi lo que permite profundizar en su conocimiento y una mejor utilización de sus herramientas para el desarrollo un sistema.
5. Disponibilidad de gran cantidad de componentes para Delphi que facilitan y solidifican el trabajo con la base de datos.

Algunas de las características de Delphi se pusieron de manifiesto a la hora de la implementación de SAGIFC:

- Permite de una manera más rápida y productiva la conexión con la Base de Datos mediante la utilización de componentes como el AdoConnection; el Dataset para la conexión con cada una de los objetos existentes en la Base de Datos; los AdoQuery para la ejecución de consultas de selección; Posibilita además la interacción con diferentes tipos de bases de datos.

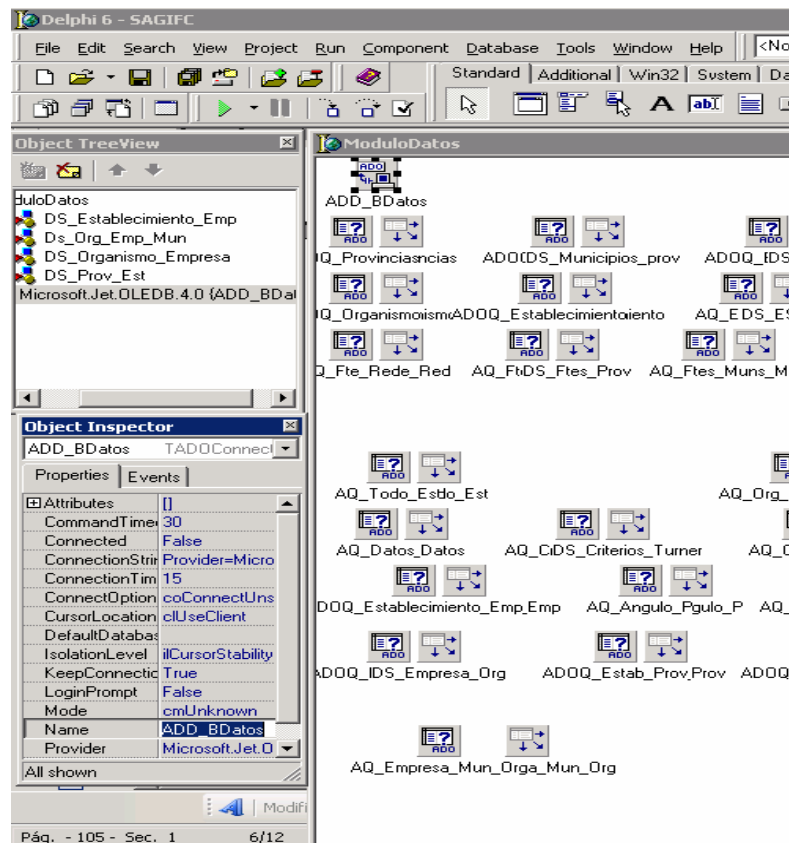


Fig. 3.5.1- Utilización del componente Adoconnection para la conexión de SAGIFC a la Base de Datos.

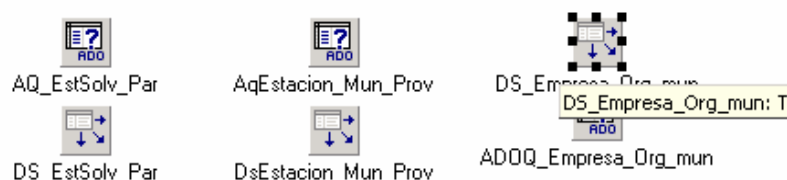


Fig. 3.5.2- Ejemplo de la utilización del componente AdoQuery para la ejecución de consultas a la Base de Datos.

- La programación es en un entorno visual, empleando esta opción para la implementación de las diferentes interfaces de forma rápida y sencilla mediante el uso de las funciones anteriormente mencionadas de Drag & Drop (Arrastrar y colocar) utilizando específicamente de la paleta de componentes, los de Base de Datos.

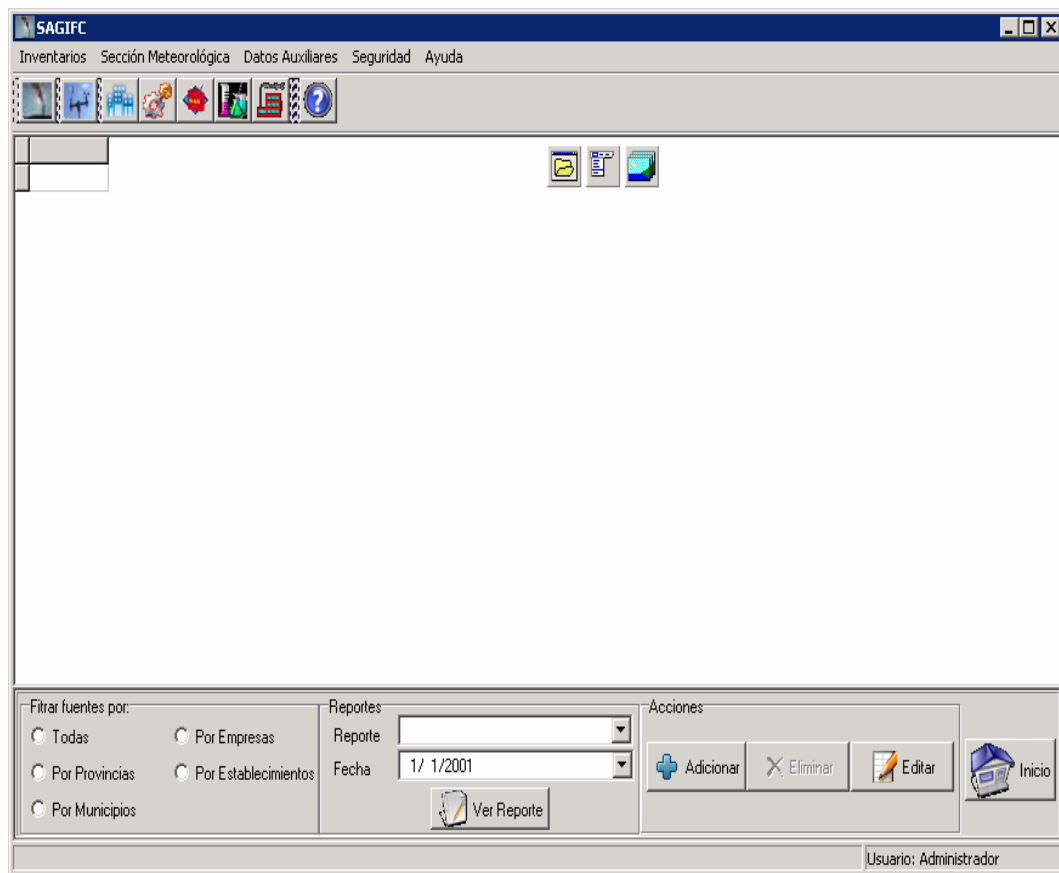


Fig. 3.5.3- Ejemplo de controles utilizados para implementar las interfaces de usuario.

- Posee un potente editor y depurador de errores, que nos brinda las opciones de agregar puntos de ruptura, correr el programa paso a paso y evaluar variables.

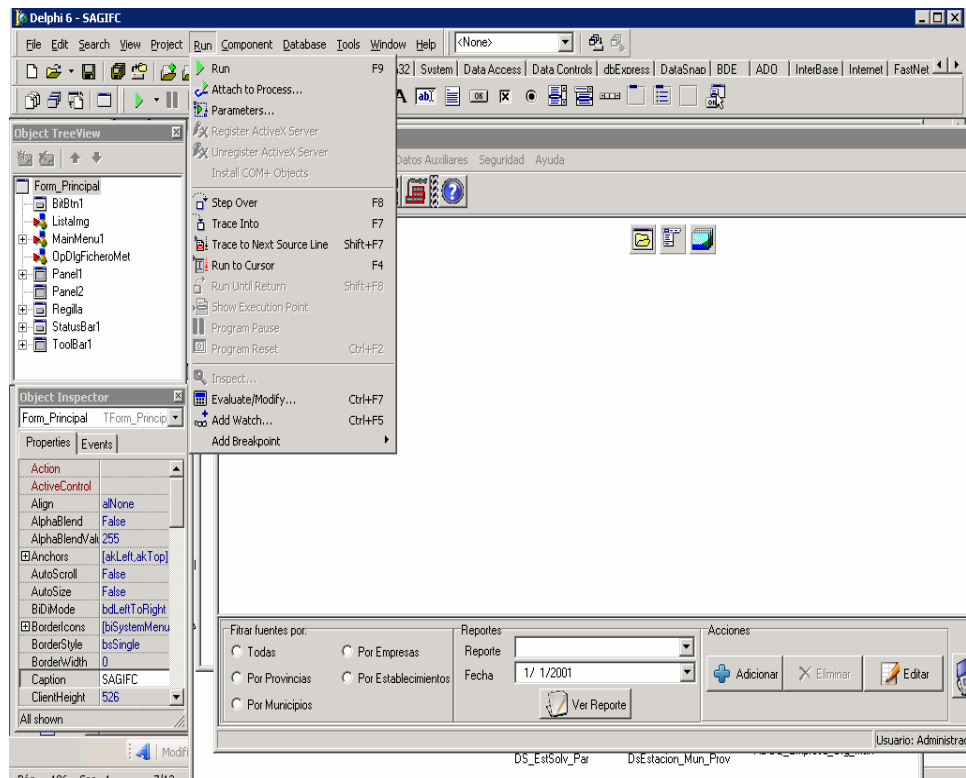


Fig. 3.5.4- Vista del Editor del Delphi.

- Se utilizaron las estructuras de control (if, for, while) iguales a la de cualquier otro lenguaje.
- Permite manipular los errores en tiempo de ejecución mediante el tratamiento de excepciones (Try-Except).

```
function CambiarPassWord(AConec, AUsuario, CVieja, CNueva : STRING) : Boolean ;
var
  ca : _Catalog;
  id, i : Integer;
begin
  try
    ca := CreateComObject(StringToGUID('ADOX.Catalog')) AS _Catalog;
    ca.Set_ActiveConnection(AConec);

    for i:= 0 to ca.Users.Count - 1 do
      begin
        if (ca.Users[i].Name = AUsuario) then
          ca.Users[i].ChangePassword(CVieja, CNueva);
        end;
      end;
    Result := True;
  except
    Result := False;
  end;
end;
```

Fig. 3.5.5- Ejemplo de tratamiento de excepciones.

- Permite personalizar los mensajes de Error.

- Posee componentes para el fácil diseño de informes y gráficos.

The screenshot shows the Delphi 6 IDE with the SAGIFC project. The 'ReporteDia' form is displayed, featuring a menu bar (File, Edit, Search, View, Project, Run, Component, Database, Tools, Window, Help) and a toolbar. The form itself has a title bar 'ReporteDia' and a menu bar with options like 'Autenticación', 'Modulo_Datos', 'Establecimiento', 'Principal', 'Datos_Aux', 'CsCalculosAux', 'CsCalculoAlturaCM', 'CsSeguridad', and 'Reporte_Dia'. The main area of the form is divided into several sections with labels and input fields:

- REPORTES DE UNA FUENTE CONTAMINANTE PARA UN DIA**: A blue header section.
- Organismo**: Fields for 'Nombre_Org' and 'Empresa' (with sub-field 'Empresa.Nombre').
- Provincia**: Field for 'Provincia'.
- Municipio**: Field for 'Municipio'.
- Establecimiento**: Field for 'Establecimiento.Nombre'.
- Código**: Field for 'Cod_Fu'.
- Nombre Fuente**: Field for 'Nomb_Fuente'.
- Proceso**: Field for 'NPROC'.
- Combustible**: Field for 'fcomb'.
- Consumo Anual**: Field for 'Consumo'.
- Solventes/Consumo Anual(Ton)**: Field for 'Solventes/Consumo Anual'.
- Control Emisiones**: Field for 'Disp_C'.
- Tipo de Control Emisiones**: Field for 'TipoCon'.
- Eficiencia**: Field for 'Eficienc'.
- Puesta En MARCHA**: Field for 'Puesta'.
- Operación Anual**: Field for 'Operaci'.
- Producción Diaria**: Field for 'Prod_Di'.
- Producción Mensual**: Field for 'Prod_M'.
- Producción Anual**: Field for 'Prod_A'.
- Volumen Procesado**: Field for 'Volume'.
- Flujo Máximo**: Field for 'Flujo_M'.
- Temperatura Mezcla Gaseosa**: Field for 'Temper'.
- Velocidad Salida del Gas**: Field for 'Velocid'.
- Altura**: Field for 'Altura'.
- Diametro**: Field for 'Diametr'.
- Altura Edif + Próximo**: Field for 'Altura'.
- Ancho Edif + Próximo**: Field for 'Ancho'.
- Pocición**: Field for 'Longitud'.
- Longitud**: Field for 'Longitud'.
- Latitud**: Field for 'Latitud'.
- Datos Metereologicos**: A section for meteorological data.
- Código**: Field for 'Cod_Es'.
- Nombre Estación**: Field for 'EstacionMet.Nombre'.
- Fecha**: Field for 'greFECHA'.
- Horas**: Field for 'Nubosidad'.
- Nubosidad**: Field for 'Altura'.
- Dirección del Viento**: Field for 'Velocidad del Viento'.
- Presión**: Field for 'Temperatura Bulbo Seco'.
- Temperatura Bulbo Seco**: Field for 'Temperatura Bulbo Humedo'.
- Temperatura Bulbo Humedo**: Field for 'Humedad Relativa'.
- Humedad Relativa**: Field for 'Déficit Saturación'.
- Déficit Saturación**: Field for 'Temperatura Estabilidad'.
- Temperatura Estabilidad**: Field for 'Altura Capa Mezcla'.
- Altura Capa Mezcla**: Field for 'IF'.
- IF**: Field for 'NUBOSID'.
- NUBOSID**: Field for 'ALT_NU'.
- ALT_NU**: Field for 'DIR_VIENTO'.
- DIR_VIENTO**: Field for 'FUERZA_VIE'.
- FUERZA_VIE**: Field for 'PRES_N'.
- PRES_N**: Field for 'TEM_SECA'.
- TEM_SECA**: Field for 'TEM_HUMED'.
- TEM_HUMED**: Field for 'HUMED'.
- HUMED**: Field for 'DEFICIT'.
- DEFICIT**: Field for 'TEMPERAT'.
- TEMPERAT**: Field for 'QRLabel2'.
- QRLabel2**: Field for 'QRLabel2'.

Fig. 3.5.6- Ejemplo de diseño del Reporte para un Día.

- Es de destacar también el uso de la herramienta Castalia como apoyo para el editor de código de Delphi proporcionando muchas facilidades como el auto completado de código.

3.6- Diseño de la Seguridad de la Base de Datos.

Al ser SAGIFC un sistema que almacene información para ser utilizada por modelos de dispersión de fuentes fijas, necesita datos fiables y exactos, posibilitando una interpretación correcta de los estudios realizados, requiere de parámetros que establezcan un nivel de seguridad que no permita la manipulación de los datos almacenados por personas no autorizadas. Es por eso que se decide asegurar la integridad de los datos en la Base de Datos de SAGIFC utilizando la seguridad a nivel de usuario, opción que brinda el gestor utilizado, pudiendo definir grupos y cuentas de usuarios con los cuales se controla el acceso tanto al diseño como modificación de los datos.

De acuerdo a lo antes planteado se crearon tres grupos de usuarios:

- Administradores: tienen derecho de administración en la Base de Datos y en todos los objetos creados (Tablas y Consultas), además de ser propietario de estos objetos, manipulan los demás grupos y cuentas de usuario.
- Especialistas: Pueden manipular y actualizar la Base de Datos, no así el registro de usuarios ni el diseño de la base de datos.
- Consultantes: Solo podrán Acceder a la base de datos en modo de lectura, no tienen privilegios para modificar datos ni el registro de usuario.

A las cuentas de usuario se le otorgarán los derechos sobre los objetos (Tablas y Consultas) haciéndolas pertenecer a uno de estos dos grupos, estas son:

- Administración: Pertenece al grupo Administradores.
- Especialista: Pertenece al grupo Especialistas.
- Consultante: Pertenece al grupo Consultantes.

Estas cuentas de usuario pueden ser actualizadas mediante las opciones Adicionar Usuario, Eliminar Usuario, Cambiar Contraseña del menú Seguridad de SAGIFC como se explica en la descripción del caso de uso Gestionar Usuarios del anexo 3.2.1.

3.7- Implementación de la seguridad de la Base de Datos.

Para asegurar la integridad de los datos en la Base de Datos se utilizó la opción de seguridad a nivel de usuario por ser el modo más fuerte y flexible de protección, estando permitido por el gestor utilizado.

Para utilizar esta opción fue necesario crear grupos de trabajo y las cuentas de usuario, las que serán registradas con su contraseña y los permisos otorgados sobre los objetos específicos.

Utilizando el administrador de grupo de trabajo de MSAccess se creó el grupo de trabajo Seguridad.mdw

Una vez creado el grupo de trabajo, el gestor queda unido al mismo y todas las Bases de Datos creadas pertenecen a este grupo de trabajo a diferencia de pertenecer al grupo System.mdw que es el que por defecto está activo al instalarse Microsoft Access.

Se crea la Base de Datos DBase.mdb y a ella se le crean los grupos y cuentas de usuarios de SAGIFC, utilizando para ello las herramientas de seguridad de cuentas de usuario y grupo de MSAccess como se muestra en la **(Fig. 3.7.1)**



Fig. 3.7.1- Creación de grupos y cuentas de usuario desde MSAccess.

A los grupos creados se añaden los grupos que trae MSAccess por defecto, que no pueden ser eliminados. Estos son: los de Administradores al cual pertenecerá la cuenta administrador que por defecto trae MSAccess y el grupo de Usuarios al cual pertenecen todas las cuentas de usuario creadas, como puede verse en la **(Fig. 3.7.1)**

Se determina cada Usuario a que grupo pertenecerá según el diseño de la seguridad de la Base de Datos **(Fig. 3.7.2)**.

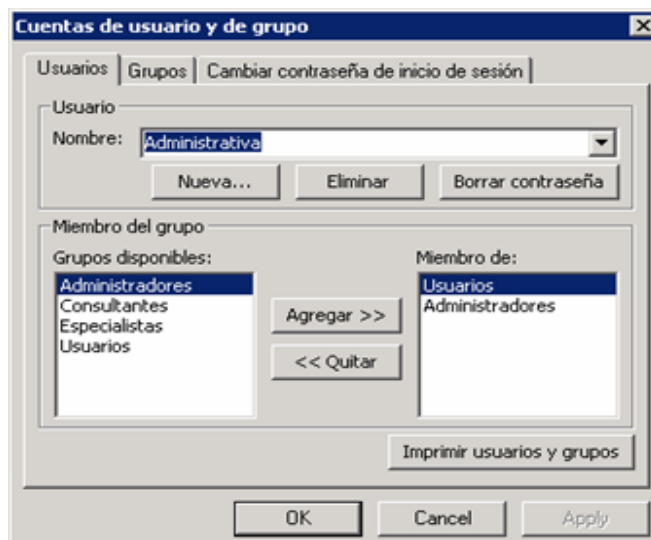


Fig. 3.7.2- Cuentas de usuario y de grupo.

Los permisos serán otorgados a los grupos mediante la interfaz de MSAccess Permiso de Usuario y de Grupo, (**Fig. 3.7.3**), y se definen las cuentas de usuarios de SAGIFC, especificando a que grupo pertenece cada una de ellas, decidiendo cual es la que pertenece al grupo de Administradores.

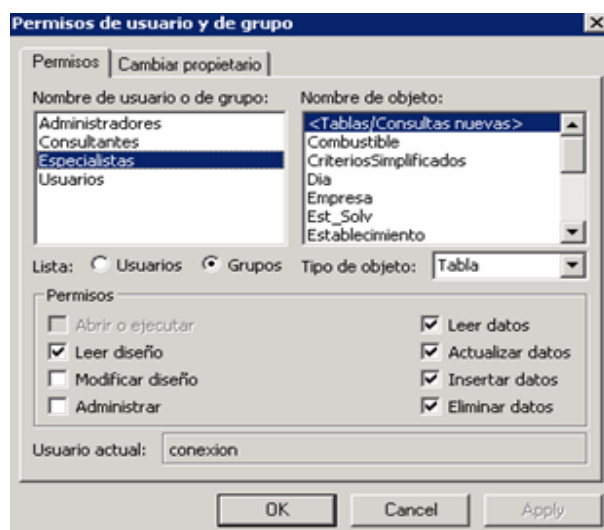


Fig. 3.7.3- Permisos de usuario y de Grupo.

Para activar la seguridad es necesario poner una contraseña al usuario administrador de MSAccess, que es el usuario, que por defecto, siempre estará activo al no tenerse activa la

seguridad. Por último, haciendo nuevamente uso del administrador de grupo de trabajo de MSAccess, unirse nuevamente al grupo de trabajo System.mdw que por defecto trae MSAccess. En SAGIFC el usuario Administradores es quien tendrá los derechos administrativos para crear nuevas cuentas de usuario, pudiendo establecer solo a que grupo de usuario pertenecen y cambiarle la contraseña, como se explica en el epígrafe 3.3.

3.8- Diseño de la Ayuda de SAGIFC.

La ayuda de SAGIFC esta estructurada de la siguiente forma:



Fig. 3.8.1- Tópicos de la Ayuda de SAGIFC.

Como se puede apreciar en la (**Fig. 3.8.1**) la Ayuda de SAGIFC presenta un tópico de introducción, el usuario puede apreciar aspectos generales del sistema y las principales funcionalidades del mismo, así como algunas de sus particularidades como los requerimientos de software y hardware. El resto de los temas se dedican a la explicación en si de las funcionalidades de SAGIFC. Esta estructura facilita el manejo de la Ayuda por parte del Usuario, que puede acceder desde la aplicación a algún tópico en particular o hacer una búsqueda del tema de su interés. En los mismos se hacen descripciones detalladas

de algunos conceptos y se plasma de forma precisa como ejecutar las funcionalidades de SAGIFC. En el anexo 22 **(3.8.1)**, aparece el Manual de Usuario de SAGIFC, el mismo contribuye a que el usuario adquiriera los conocimientos necesarios de forma fácil.

3.9- Implementación de la ayuda de SAGIFC.

Visual Help Pro es un ambiente totalmente integrado de desarrollo de ayudas, de un gran alcance, fácil de utilizar para el desarrollo de archivos de ayuda de Windows y otros documentos en línea.

Presenta características particulares que decidieron su elección:

- Utilidad
- Elimina la codificación aburrida, la compilación, la prueba y supresión de errores.
- Reduce perceptiblemente el tiempo de desarrollo.
- Flexibilidad.
- Contiene manuales para el aprendizaje de los procedimientos.
- Guías de información.
- Información compartida de la red.
- Permite crear sistemas de ayuda que incluyan elementos tales como temas de ayuda, tablas de materias, índices, glosarios y ayuda contextual entre otras características.
- Posibilita generar sistemas de ayuda en cualquier formato popular de ayuda en línea.
- Es de fácil aprendizaje y uso.
- Facilita la tarea de vincular el sistema de ayuda a la aplicación.
- Facilita la integración entre los diferentes tópicos de la ayuda, permitiendo la modificación e inclusión de nuevos tópicos y la regeneración automática de sus identificadores.
- Adiciona elementos especiales que permiten el enriquecimiento y generación de la ayuda, tales como la inclusión de marcos, botones, formularios y elementos de JavaScript, etc.

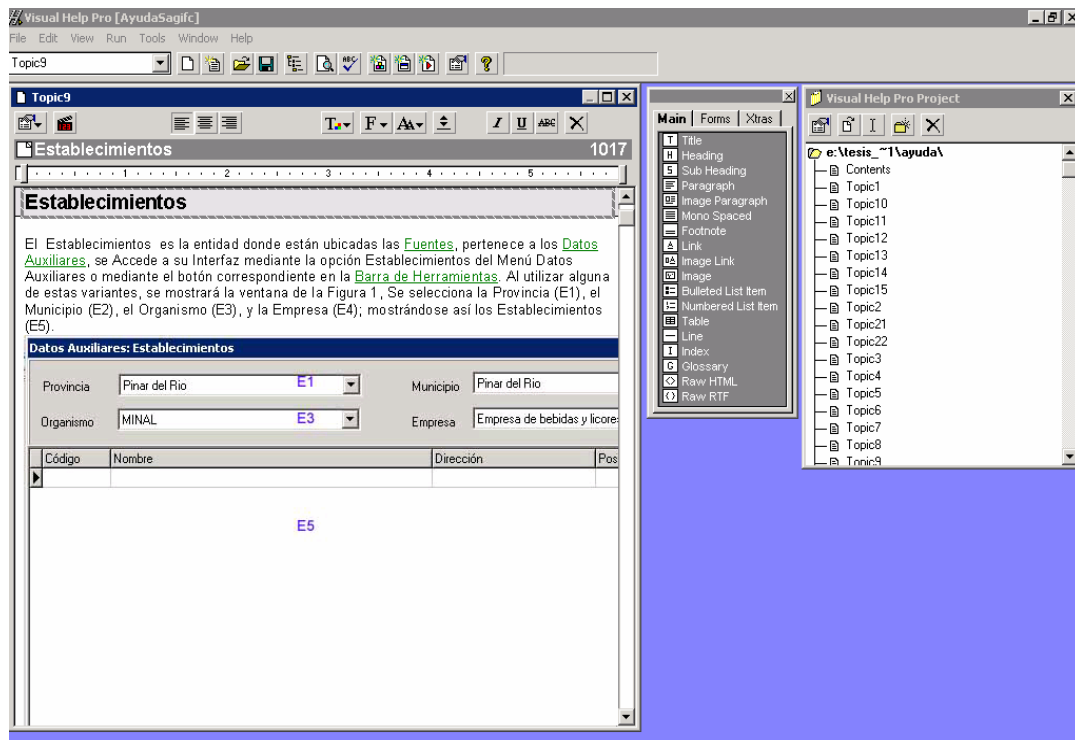


Fig. 3.9.1- Interfaz de Visual Help Pro.

3.10- Navegación de SAGIFC.

Al diseñar la navegación de SAGIFC se tuvieron en cuenta los estándares de diseño para las aplicaciones de escritorio, para esto se brinda la posibilidad de que el usuario pueda interactuar con el software mediante el Menú Principal o la Barra de Herramientas. Se debe puntualizar que tanto en las Opciones del Menú como los botones de la Barra de Herramientas se activan y desactivan funcionalidades según el tipo de usuario que inicia el sistema.

En la (**Fig. 3.10.1**) se puede apreciar la interfaz Principal de SAGIFC, mostrándose el Menú Principal y la Barra de Herramientas, así como el botón que permite salir del Sistema.



Fig. 3.10.1- Interfaz Principal de SAGIFC.

A continuación se detallan las Opciones del Menú Principal.

- **Menú Inventarios:** Permite el acceso a la interfaz Fuentes donde se manipula toda la información referente a las Fuentes Contaminantes Estacionarias. En caso de que el Usuario registrado este en el grupo Consultantes solo podrá listar las Fuentes y obtener los reportes.

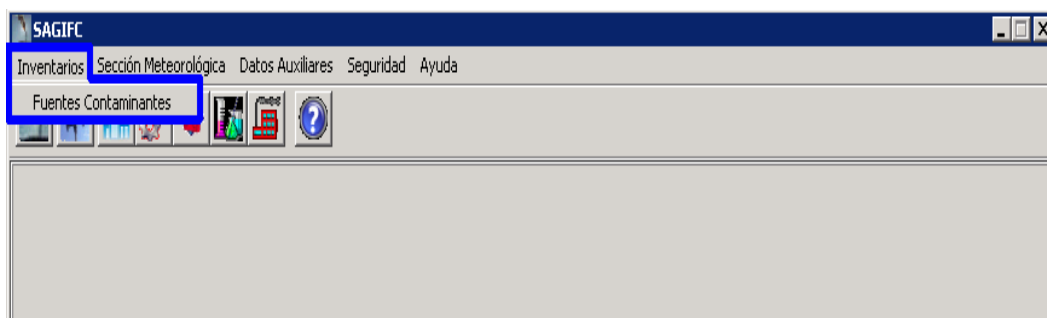


Fig. 3.10.2- Menú Inventarios.

- **Menú Sección Meteorológica:** Es la opción referente a la información sobre las Estaciones Meteorológicas, al mismo sólo pueden Acceder Usuarios que pertenezcan a los grupos de Administradores o a los Especialistas.

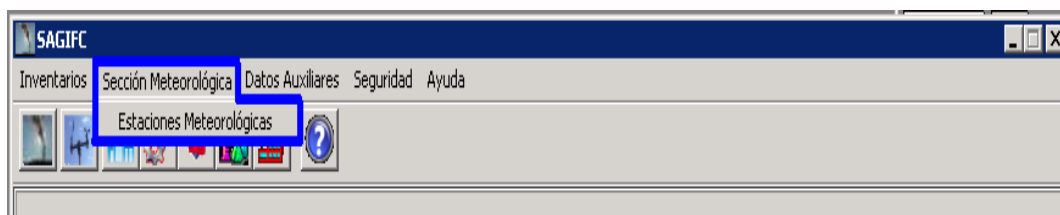


Fig. 3.10.3- Menú Sección Meteorológica.

- **Menú Datos Auxiliares:** Este menú tiene el mismo nivel de seguridad que el de la Sección Meteorológica, y en el se accede al conjunto de informaciones que facilita la estructuración correcta de toda la información del Sistema y datos necesarios para cumplir con la NC 242 del 2005.

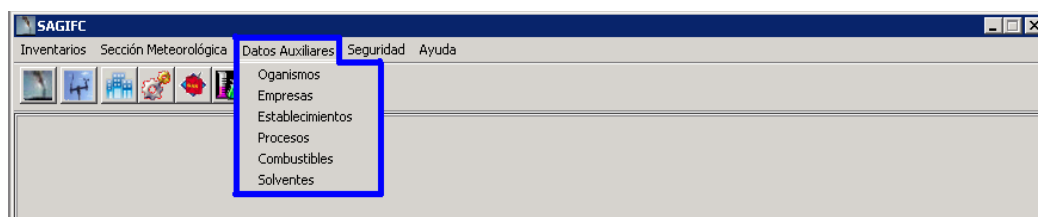


Fig. 3.10.4- Menú Datos Auxiliares.

- **Menú Seguridad:** Mediante las opciones que presenta el Usuario, que debe pertenecer al Grupo Administradores, podrá actualizar el registro de Cuentas de Usuarios de SAGIFC.

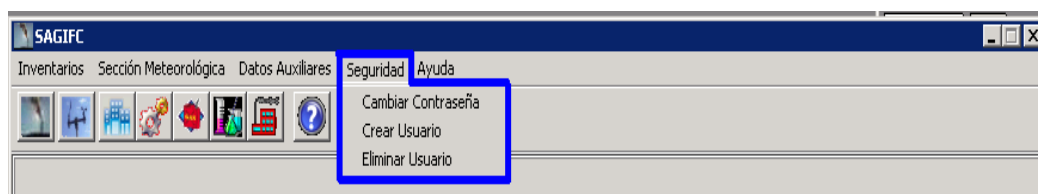


Fig. 3.10.5- Menú Seguridad.

- **Menú Ayuda:** Sus opciones muestran la ayuda de SAGIFC. Es importante conocer que SAGIFC permite acceder a cualquier Tópico específico con solo presionar F1 en el lugar que resulte de interés para el Usuario.

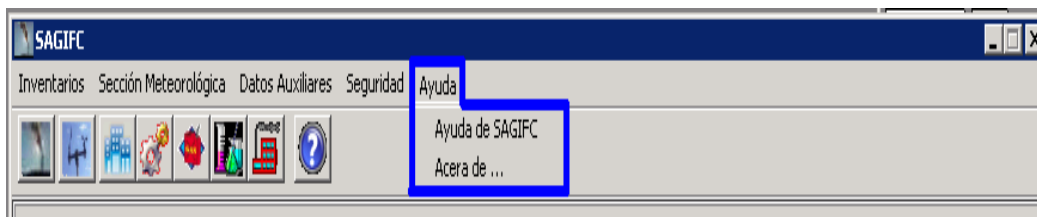


Fig. 3.10.6- Menú Ayuda.

Finalmente se describe la Barra de Herramientas (**Fig. 3.10.7**). La misma permite el acceso directo a las distintas funciones que realiza el sistema de forma ágil y clara.

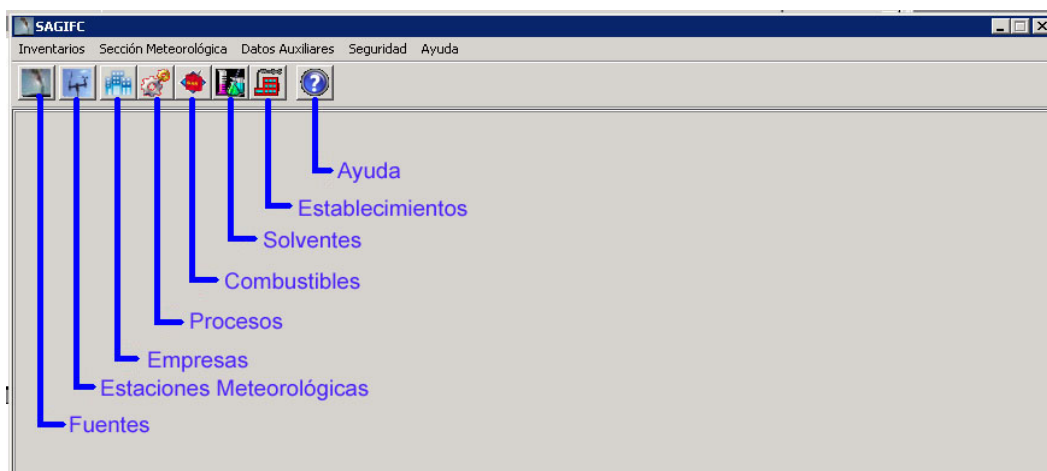


Fig. 3.10.7- Barra de Herramientas.

Consideraciones Finales



Durante el desarrollo del trabajo se cumplimentaron los objetivos propuestos:

- Se obtuvo la información a partir del inventario de emisiones de las fuentes contaminantes estacionarias, que generan contaminación atmosférica en las ciudades de Pinar del Río y Sandino.
- Se creó una Base de Datos normalizada que permite la gestión de la información acerca del inventario de emisiones contaminantes.
- Se obtuvo un sistema automatizado (SAGIFC) que permite la gestión de la información sobre contaminación atmosférica contenida en la Base de Datos y proporciona la información necesaria para la corrida de los modelos gaussianos, pertenecientes a la EPA.
- Se implementó la Ayuda de SAGIFC para facilitar su explotación.
- Se creó el Manual de Usuario de SAGIFC, permitiendo una mayor interacción entre el usuario y el mismo.

Los resultados alcanzados en el presente trabajo contribuyen también a:

- Realizar estudios posteriores sobre contaminación atmosférica.
- Será de gran aplicación en la gestión ambiental (planeamiento urbano, ubicación de las fuentes) de las regiones de estudio.
- Ayudará a estudiar la influencia de la contaminación atmosférica sobre diversas enfermedades y sus posibilidades de prevenirlas, contribuyendo así, a elevar el sistema de vigilancia epidemiológico, y a la toma de decisiones.

Para el cumplimiento de los objetivos el autor debió profundizar sus conocimientos en los siguientes temas:

- Empleo de UML para el diseño de SAGIFC, con el correspondiente empleo del CASE Rational Rose.
- Contaminación de la atmósfera, inventarios de emisiones, elementos básicos de meteorología para facilitar la implementación de las funcionalidades del sistema relacionadas con las mismas.
- Uso del Gestor de Base de Datos ACCESS para implementar el diseño y la seguridad de la Base de Datos de SAGIFC.

- Empleo del entorno de programación Delphi 6 para la implementación de la Interfaz de Usuario de SAGIFC.

Recomendaciones



Se recomienda:

- Introducir el software en los Centros Meteorológicos o instituciones afines del CITMA.
- Determinar altura de la capa de mezcla, a partir de los datos, de pronósticos de sondeos de la atmósfera superior por el Global Forecast System (**GFS**) y el Weather Research Forecast (**WRF**).
- Implementar datos de la topografía del terreno.
- Instruir al personal en el uso de SAGIFC.
- Realizar el mantenimiento periódico de SAGIFC.
- Mapear la información.

Referencias Bibliográficas



1. Berlyand, M. E. (1975): Problemas actuales de la difusión atmosférica y la contaminación de la atmósfera [en ruso]. Guidrometeoizdat, Leningrado, 448 pp.
2. Bohem, B. (1981): "COCOMO. Software Engineering Economics". Prentice Hall. 1981.
3. Cimorelli, A.J., S.G. Perry, A. Venkatram, J.C. Weil, R.J. Paine, R.B., Wilson, R.F. Lee, W.D. Peters, R.W. Brode, J.O. Paumier (2002): AERMOD: Description of Model Formulation U.S. EPA, EPA -454/R-02-002d.
4. Cuesta, O. (1993): Caracterización de las concentraciones de los principales compuestos del nitrógeno atmosférico en Cuba y su relación con los tipos de situaciones sinópticas. Tesis en opción al grado de doctor en ciencias geográficas, 104 pp. La Habana. Cuba.
5. Cuesta, O., et al., (2000): Caracterización del medio ambiente atmosférico en la ribera este de la bahía de La Habana. Informe Científico técnico, INSMET, pp. 226, La Habana
6. Cuesta, O., et al., (2001): Caracterización del medio ambiente atmosférico en la zona de la ribera este de la bahía de la Habana. Informe técnico. Instituto de Meteorología, pp 94.
7. EMEP/CORINAIR (2001): *Emissions Inventory Guide book – 3rd edition*, Technical Report No. 3.
8. IPC (1995): Industrial Pollution Control, Desarrollado por el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS).
9. IPCC-OECD-IEA (1997): *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volumes I, II, III.
10. IPCC (2000): *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.
11. IPCC (2003): Orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. OMM, para el IPCC, 2003.
12. KOR (1986): Korth H.F.; Silberschatz A. "Database Systems Concepts". McGraw-Hill, 1986.

13. López C. (1984): Factores Meteorológicos de la Contaminación Regional del Aire en Cuba. Editorial Academia, 30 pp.
14. López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, Antonio V. Guevara, M. E. García D. Puente, D. Ramos, Ana M. García, B. R. Díaz, J. J. Alea, D. Pérez, I. López, A. Jam, A. Maestrey, J. Pena, M. O. Martínez. (1999). República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Año 1990. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología, - CC-TRAIN, La Habana, 401 pp. ISBN: 959-02- 03-15-9.
15. López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, A. V. Guevara, A. León, M. E. García, L. López, E. Martínez, R. Batules, J. J. Alea, K. Socarrás, D. Pérez, I. López (2000): República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Año 1994. CD-ROM Vol. 01. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología- GEF-UNDP, La Habana, 310 pp. ISBN: 959-02-0352-3.
16. López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso A. Wallo, A. V. Guevara, A. León, M. E. García, E. Martínez, G. Legaña, J. J. Alea, Lic. Ileana López, D. Pérez, J. M. Ameneiros, S. F. Pire. (2002): República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Reporte para el Año 1996 y Actualización para los Años 1990 y 1994. CD-ROM Vol. 01. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 320 pp. ISBN: 959-02-0352-3.
17. López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, A. V. Guevara, A. León, E. Martínez, L. López, N. Rodríguez, M. Skeen, J. Dávalos, M. E. García, J. J. Alea, I. López, D. Pérez, S. F. Pire, J. M. Ameneiros, A. Mercadet y A. Alvarez (2003). Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Reporte para el Año 1998 y Actualización para los Años 1990, 1994 y 1996. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología, La Habana, 310 pp.
18. Menéndez Fernández-Cueto, L., Cuesta O., Hernández I. (Inédito): ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FUTURA LEY CUBANA PARA LA PROTECCION DE LA ATMOSFERA. Instituto de Meteorología y Agencia de Medio Ambiente.

19. NC 39 (1999): Normas de Gestión Ambiental. Requisitos higiénico – sanitarios. CITMA – INN – MEP, La Habana, Cuba.
20. NC 242 (2005): Norma Cubana. Guía de datos tecnológicos para el inventario de emisiones de los contaminantes atmosféricos desde fuentes industriales estacionarias. CITMA, La Habana, Cuba.
21. OTE (2006): Oficina Territorial de Estadística. Balance Demográfico Anual. Pinar del Río. Cuba.
22. Paine, R.J. and F. Lew, (1997): Results of the independent Evaluation of ISCST3 and ISC-PRIME, EPRI Paper No. TR2460026, WO3527-02, Final Report, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA 94304.
23. Pasquill, F. (1961): The estimation of the dispersion of wind-borne material. Meteorological Magazine., 90, 33-49.
24. PCOTU (1998): Plan Central de Ordenamiento Territorial y Urbano. Dirección Municipal de Planificación Física. Pinar del Río. Cuba.
25. PGU (2005): Plan General Urbano. Ciudad de Pinar del Río. Cuba. Colectivo de autores.
26. PID (1980-1990): Principales Indicadores Demográficos. Comité Estatal de Estadísticas. Departamento Demografía y Censo. Pinar del Río. Cuba.
27. Rumbaugh, James, JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady. (2004): “El lenguaje unificado de modelado”.2000. Addison Wesley.
28. Sánchez P, A. Wallo, A. Roque, I. Rivero, D. Pérez, O. Cuesta, A. Collazo y E. Echevarria (2004a): Evaluación del medio ambiente atmosférico en el municipio Habana Vieja y su repercusión en la salud. Resultado Científico Técnico, Instituto de Meteorología, 2004.
29. Sánchez, A. (2005): Comportamiento de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) y Asma Bronquial (AB), su relación con el tiempo, clima y contaminación atmosférica en el municipio de Pinar del Río. Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Meteorológicas.
30. Sánchez, P. A. Wallo, A. Roque, O. Cuesta, A. Collazo, E. Echeverría, (2004b): Condiciones meteorológicas y calidad del aire en el municipio Habana Vieja. Convención Trópico 2004, ISBN 959- 7167-02-6.

31. Turner, D.B. (1964): A difusión model for an urbana rea, J. Appl. Meteor., Vol. 3, pp.83-91.
32. U.S. EPA (1995a): Compilation of Air Pollutant Emission Factors
33. U.S.EPA (1995): SCREEN3 Model User's Guide, EPA-454/B-95-004. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC
34. U.S.EPA (1997): Addendum to ISC3 User's Guide –The Prime Plume Rise and Building Downwash Model, Submitted by Electric Power Research Institute. Prepared by Earth Tech, Inc., Concord, MA.
35. U.S.EPA (1999): PCRAMMET USER'S GUIDE, EPA-454/B-96-001, U.S. Enviromental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division, Research Triangle Park, NC 27711.
36. Wallo, A., O. Cuesta, P. Sánchez, A. Collazo (2003a): Aplicación de un SIG en el estudio de la calidad del aire en la bahía de La Habana. Taller internacional "Informática y Geociencias". GEOINFO 2003, ISSN 1028-8961.
37. Wallo, A., O. Cuesta, P. Sánchez, A. Collazo, (2004d): Uso de los sistemas de información geográfica para el estudio de la calidad del aire en la bahía de La Habana. Revista Cubana de Meteorología Vol. 11 No.1 2004.
38. Wallo, A., O. Cuesta, P. Sánchez, A. Collazo. (2004c): Aplicación de un SIG en el estudio del comportamiento de los compuestos NO₂, NH₃ y SO₂ en la Bahía de la Habana. Convención Trópico 2004, ISBN 959- 7167-02-6.
39. Wallo, A., O. Cuesta, R. Manso, A. Collazo, P. Sánchez. (2002): Aplicación de un SIG en el análisis cualitativo de la contaminación atmosférica en las ciudades. Boletín Sometcuba, Septiembre 2002. Volumen 8 Número 2, 2002. ISSN 1025-921X.

Bibliografía Consultada



1. Alvarez de Zayas, C. y Sierra, V.: Metodología de la Investigación Científica. Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1996 (soporte magnético).
2. Álvarez, O., et al, (1992): Diagnostico y pronostico de la contaminación del aire por SO₂ y H₂S en Moa. Modelación con consideraciones de terreno plano. Tesis de Doctorado, La Habana. Cuba.
3. Arnal, J: del Rincón, D y La Torre, A, (1994): Investigación educativa. Fundamentos y metodología. Editorial Labor, S.A., Madrid.
4. Arocha, E. (2007): Centro Virtual de Recursos Digitales del CECES. Proyecto de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero en Informática. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
5. Bustos, C. (2004): Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso. Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago de Chile.
6. Cuesta, O. (Inédito): Algunos aspectos legales de la calidad del aire. Instituto de Meteorología.
7. Cuesta, O. (Inédito): Algunos aspectos legales de la calidad del aire. Instituto de Meteorología.
8. Cuesta, O., A. Collazo, A. Wallo, A. Roque, A. Campos, L. Álvarez, R. González, A, Arriba, M. González, P. Sánchez, R. Labrador, D. Pérez (2000a): Caracterización del medio ambiente atmosférico en la zona de la refinería Níco López. Resultado Científico Técnico, pp. 226, Instituto de Meteorología, La Habana.
9. Cuesta, O., A. Collazo, M. Govin, A. Wallo (2004): Comparación de los modelos de dispersión de Berliand y Screen para una fuente puntual continua. Convención Trópico 2004, ISBN 959- 7167-02-6.
10. D y La Torre, A, (1999): Apuntes para un compendio sobre metodología de la investigación científica. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
11. Environmental, Protection Agency, (1987a): Guideline on Air Quality Models (Revised) and Supplement A EPA – 450 / 2 – 78 – 027R. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

12. Environmental, Protection Agency, (1988): Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources – Draft for Public Comment. EPA – 450 / 4 – 88 – 010. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
13. Environmental, Protection Agency, (1995a): Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources (Revised). EPA – 450 / R– 92 – 019. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.
14. EPA (1995a): Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised. EPA-450/R-92-019,U.S.
15. Fernández, P. V., (Inédito): Proyecto de Norma Cubana de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera. Instituto de Meteorología, La Habana, 2005.
16. Gil, Y. (2006): Sistema Automatizado para la Gestión del Desarrollo Comunitario Sustentable (SAGEDECOM). Proyecto de diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
17. Inouye, R. (2006): Informatización del Inventario Forestal para Empresas Forestales Integrales (INVERFOR). Proyecto de diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
18. IPCC (1995): *IPCC - Segunda Evaluación. Cambio Climático 1995*, OMM - PNUMA, 71 pp.
19. IPCC (1996): *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (1996): Land-Use Change & Forestry Expert Groups Report*: July, 1996.
20. IPCC (1997): *Expert Group Meeting on Methods for the Assessment of Inventory Quality* (Meeting Report). Bilthoven, The Netherlands, 5-7 November, 1997, 45 pp.
21. IPCC (2000b): *Land Use, Land –Use Change and Forestry. A Special Report of the IPCC*. Cambridge University Press, 377 pp, USA.
22. IPCC (2001): *Climate Change 2001. Synthesis Report. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
23. IPCC (2002): *Background Papers. IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Hayama, Japan, 544 pp.

24. IPCC (2003a): *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* (edited by J. Pennman et al). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 595 pp.
25. IPCC (2003b): *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human- induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types* (edited by J. Penmman et al). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 32 pp.
26. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
27. IPCC-OECD-IEA (1998): *Greenhouse Gas Inventory Software for the Workbook. Instruction Manual*, 23 pp.
28. ISO 9000 – 1: Directrices generales para implantar un sistema de calidad.
29. ISO 9000 -4: Directrices para implantar mejoras continuas de la calidad dentro de la organización, usando herramientas y técnicas basadas en la recopilación y análisis de datos.
30. López, C., M. González, A Collazo, A. Wallo, L. Morejón y E. Moreno (1998): La deposición ácida atmosférica en Cuba y sus impactos potenciales sobre el medio Ambiente. Memorias publicadas en Soporte Magnético durante el V Congreso Interamericano sobre Medio Ambiente, CIMA'98, ISPJAE, 17 – 20 de noviembre de 1998, La Habana, Cuba.
31. López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. León, A. V. Guevara, C. González, E. Martínez, N. Rodríguez, J. Dávalos, M. E. García, R. Biart, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S. F. Pire, J. M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2005): Determinación de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero en Cuba Durante el Año 2000. CITMA/AMA/ Instituto de Meteorología. La Habana, 320 pp.
32. Martinez, R. (1994): “Análisis y Diseño Estructurados de Sistemas Informáticos”. ISPJAE., 110.
33. Núñez, S. (2001): Altura de la capa de mezcla caracterización experimental y aplicación de un modelo meteorológico para el estudio de su evolución diurna. Tesis presentada en opción al Título Académico de Doctor en Ciencias. Madrid España.

34. Spadaro J.V. (1999): "Quantifying the Health Impacts of Air Pollution", Prepared for the International Atomic Energy Agency, Planning and Economics Studies Section, Nuclear Division, Vienna, Austria
35. Teixeira Steve and Pacheco Xavier. (2002): Borland Delphi 6 Developer's Guide, Editorial SAM, 1138 páginas.
36. U.S. EPA (1998): Revised Draft –User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.
37. U.S. EPA (1998b): Revised Draft –User's Guide for the AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP). Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.
38. U.S.EPA (1995): User's Guide the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models-Volume I, EPA -454/B-95-003a, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711.
39. U.S.EPA (1998): Revised Draft –User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model –AERMOD, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.
40. U.S.EPA -454/B-95-003b, 1995b, User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, Volume II, Description of model algorithms, EPA, Office of Air Quality Planning and Standards.
41. UNECE/EME Task Force on Emissions Inventories and Projections. EEA European Environment Agency, Copenhagen.
42. UNECE/EME Task Force on Emissions Inventories and Projections. EEA European Environment Agency, Copenhagen.
43. Vázquez, M. (2001): "Base de Datos", Universidad Politécnica de Valencia, 112 páginas.
44. Wallo, A. (2005): Evaluación del medio ambiente atmosférico y su influencia en la salud humana mediante el uso de los sistemas de información geográfica. Tesis presentada en opción al Grado de Doctor en Ciencias Meteorológicas, La Habana, INSMET, pp. 100. Cuba.

Sitios Web Visitados.

1. http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access, Microsoft Access, Enero 2007.
2. <http://helpmaster.info/hlp-standalone-visualhelp.htm>, Visual Help, Mayo 2007.
3. <http://www.creangel.com/uml/intro.php>, Lenguaje Unificado de Modelamiento, Junio 2007.
4. <http://www.dar.csiro.au/pollution/MixHeight/>, Surface Heat Flux & Mixing Height Calculator, Diciembre 2006.
5. <http://www.fisicaysociedad.es/view/default.asp?cat=266> . Acceso a la información de datos de calidad del aire por contaminante, Enero 2007.
6. <http://www.hack-box.info/libro/cursodelphi.pdf>, Curso Delphi, Diciembre 2006.
7. <http://www.monografias.com/trabajos33/acceso-delphi-6/acceso-delphi-6.shtml>, Mecanismos de acceso a datos en Delphi 6, Febrero 2007.
8. <http://www.todoaccess.com/Articulos.asp> . El Mundo de Access en castellano.
9. <http://reports.eea.europa.eu/92-9167-059-6-sum/en>
10. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>
11. http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR3/en/tab_abstract_RLR.
12. http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/page005.html#sec_1.
13. <http://www.epa.gov/ttn/chief/efpac/efsoftware.html>
14. <http://www.iso.ch/>)
15. <http://www.ucm.es/eprints/4622>, Núñez, S. (2001): Altura de la capa de mezcla caracterización experimental y aplicación de un modelo meteorológico para el estudio de su evolución diurna. Tesis presentada en opción al Título Académico de Doctor en Ciencias. Madrid España.
16. <http://www.mgpa.uchile.cl/documentos/tesis-cbustos.pdf>, Bustos, C. (2004): Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso. Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago de Chile.
17. <http://www.cv1.cpd.ua.es/WebCv/ConsPlanesEstudio/cvFichaAsi.asp?wcodasi=7366&wLengua=C>, Asignatura modelación ambiental.
18. <http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/9904s.html>, Versiones en Español Revisadas de los Modelos de Dispersión de EPA: "SCREEN 3" (SCREEN 3), "Complejo de

Fuente Industrial" (*ISC*) y "*PCRAMMET*", un Procesador para Información Meteorológica Utilizada en *ISC3*.

19. http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/add/glosario.htm, Glosario.
20. http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Gauss, Ley de Gauss.
21. <http://platea.pntic.mec.es/~aperez4/html/sigloxix/Carl%20Friedrich%20Gauss.htm>,
El príncipe de las matemáticas.
22. http://personal5.iddeo.es/ztt/Tem/t21_distribucion_normal, Distribución normal o gaussiana.

Anexos



Anexo 1.

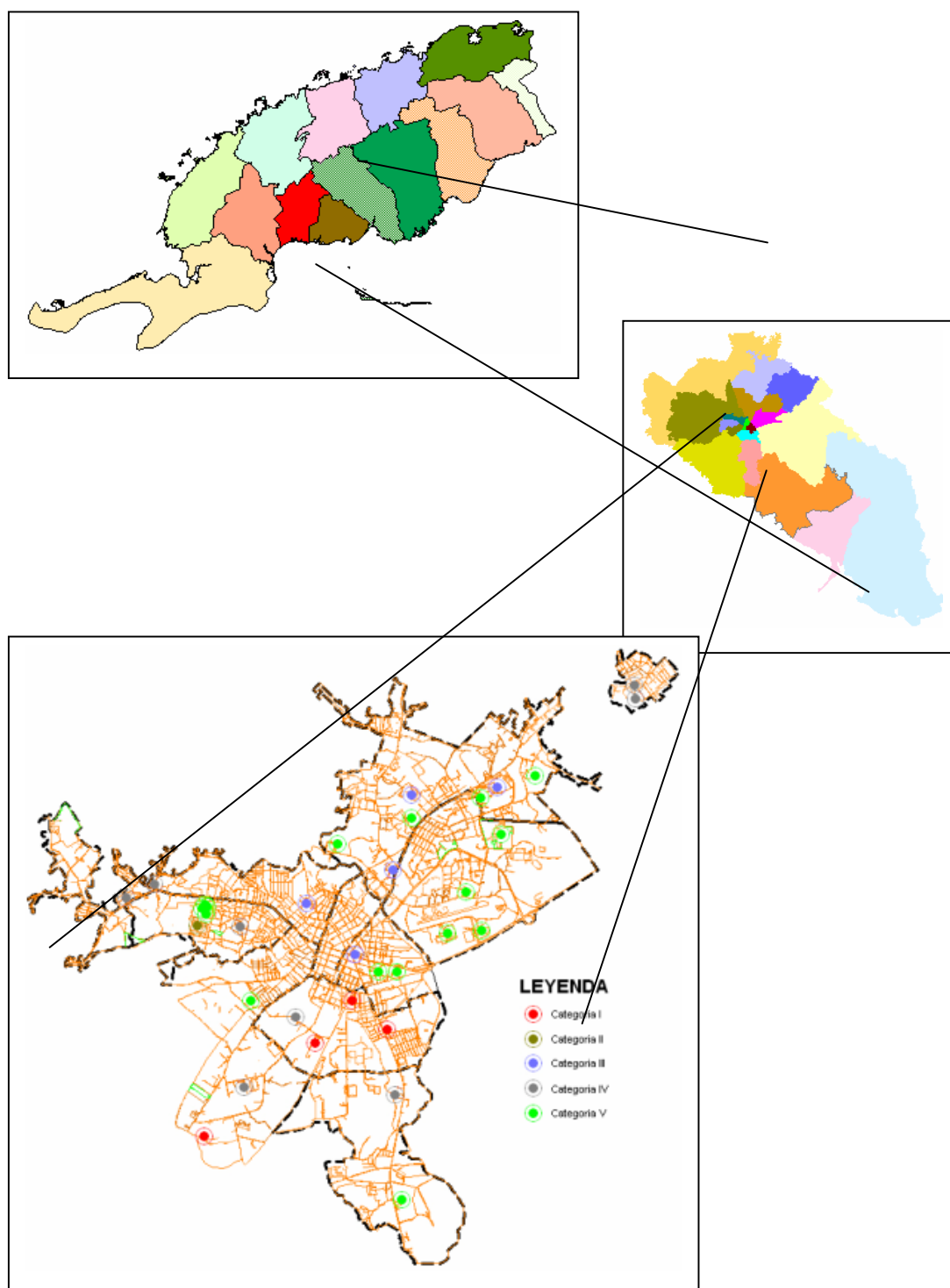


Fig. 1.3.1- Municipio Pinar del Río. Ciudad Pinar del Río.

Anexo 2.

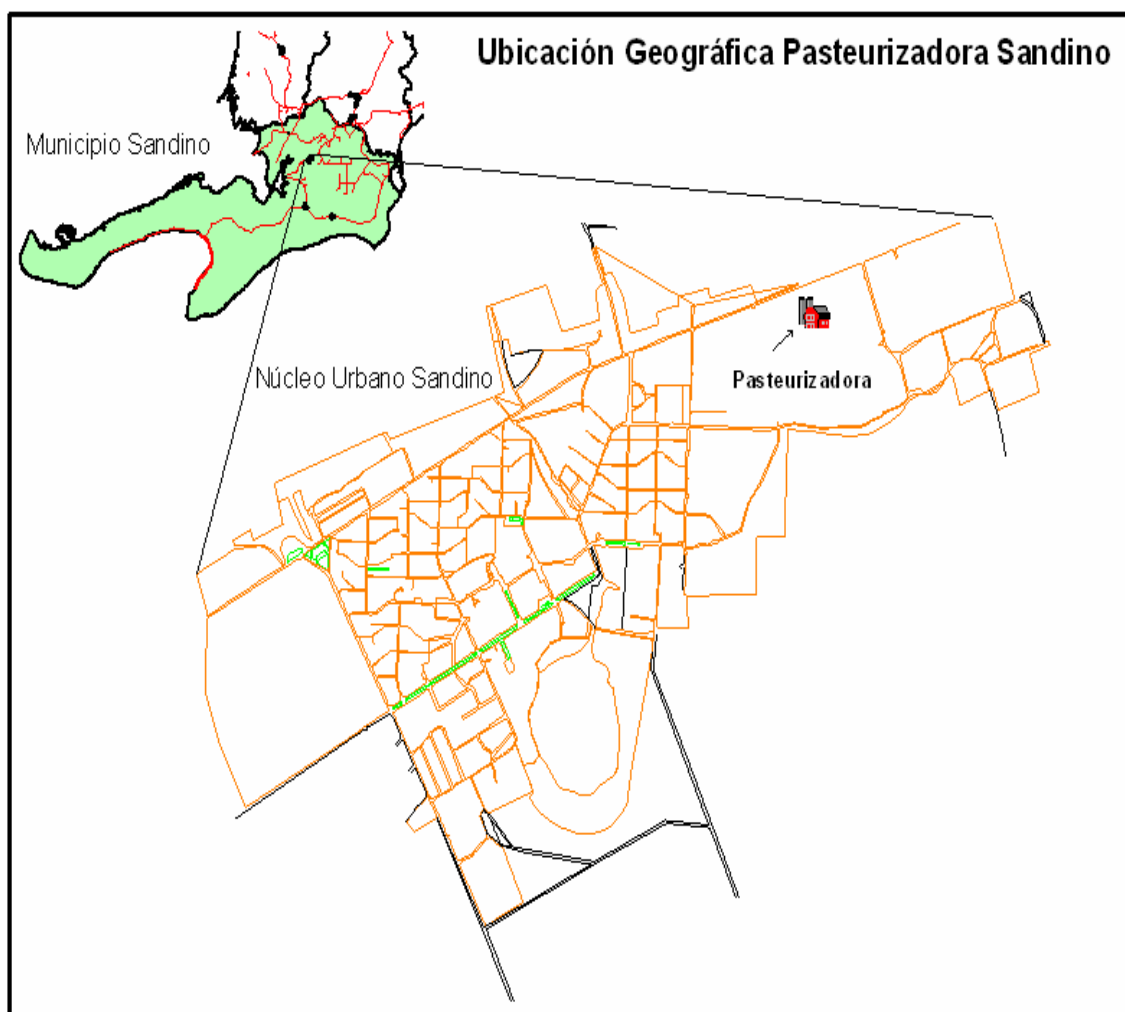


Fig. 1.3.2- Municipio Sandino. Ciudad Sandino.

Anexo 3. Tabla 1.3.3.1- Información General del proceso (DE1).

Organismo:	
Nombre de la Empresa:	
Dirección:	
Teléfono:	
<i>Fax / correo electrónico:</i>	
Provincia:	
Contacto responsable de la actividad ambiental:	
Código de proceso industrial (ISIC) ¹ :(Ver Anexo A)	
Número de fuentes puntuales:	
Principal(es) contaminante(s) del proceso:	<input type="checkbox"/> <i>SO_x</i> <input type="checkbox"/> <i>NO_x</i> <input type="checkbox"/> <i>CO</i> <input type="checkbox"/> <i>COVDM</i> <input type="checkbox"/> <i>MP</i> <input type="checkbox"/> <i>NH₃</i>
Fecha de realizado el formulario:	

- **Organismo:** Se colocará el nombre del organismo correspondiente a la empresa según, la Administración Central del Estado Cubano.
- **Nombre de la empresa:** Se colocará el nombre literal (o denominación) que identifica a la empresa o fábrica donde se encuentra la fuente(s) puntual(es) de emisión.
- **Dirección:** Se colocará la dirección donde se encuentra dicha empresa.
- **Teléfono:** Se colocará el número telefónico de la empresa.
- **Fax / correo electrónico:** Se colocará el número de fax o la dirección de correo electrónico de la empresa.
- **Provincia:** Se colocará el nombre de la provincia, denominación según la división política administrativa de la Republica de Cuba.

- **Contacto responsable de la actividad industrial:** Se colocará el nombre de la persona responsable de la actividad medio ambiental y en su defecto el administrador general de la empresa.
- **Código del proceso industrial:** Identificador numérico de cuatro dígitos según la Clasificación internacional estándar para las fuentes industriales (siglas en ingles, ISIC).
- **Numero de fuentes puntuales:** Se colocará el número total de fuentes emisoras en la empresa.
- **Principal(es) contaminante(s) del proceso:** Se colocará según el proceso industrial que realiza la empresa el o los contaminante(s) identificados en la columna de la derecha de la línea correspondiente a esta denominación.

Anexo 4. Tabla 1.3.3. 2- Información estática para cada fuente estacionaria (DE2).

Año de puesta en marcha:		
Operación anual (horas / año):		
Producción (diaria, mensual, anual):		
Altura de la fuente (m):		
Diámetro interior (m):		
Dispositivo de control de las emisiones (Si / No)		
Temperatura de la mezcla gaseosa emitida[°C]		
Velocidad de salida de la mezcla gaseosa emitida [m/s]		
Volumen del proceso (m ³ /unidad de producción) /índice de consumo (cantidad de materia prima / unidad de producción)		
Flujo máximo del gas emitido (m ³ N/s)		
Eficiencia del control (%)		
<p align="center">Información de edificaciones</p> <p align="center">Si la altura de la fuente es 2.5 veces menor que la edificación más próxima, por favor añadir la información sobre las edificaciones.</p>		
Altura de la edificación (m)	Ancho de la edificación (m)	
Coordenadas (geográficas / planas) de la fuente		

Latitud (X):	Longitud (Y):
Otros comentarios:	

- **Año de puesta en marcha:** El año inicial de puesta en marcha de la empresa.
- **Operación anual:** Número real de horas al año en operación.
- **Producción (diaria, mensual, anual):** Total de producción real diaria, mensual y anual de la empresa.
- **Altura de la fuente (m):** Distancia desde el suelo hasta la salida de la fuente puntual (chimenea o conducto) de emisión expresada en metros.
- **Diámetro interior (m):** Distancia medida o estimada entre los lados interiores que se oponen a la salida de la fuente puntual (chimenea o conducto), usualmente se expresa en metros. Para las chimeneas rectangulares hay que calcular el **diámetro equivalente** a partir del largo y el ancho.
- **Si utiliza un dispositivo de control (Si / No):** Se utiliza algún filtro para la captura de parte de los contaminantes durante el proceso productivo. En caso afirmativo es necesario especificar, ¿cuál?, y datos técnicos de operación.
- **Temperatura de la mezcla gaseosa (°C):** Valor de la temperatura medida o estimada de la mezcla a la salida por la fuente puntual de emisión, usualmente se expresa en grados Celsius.
- **Flujo máximo del gas emitido:** máximo del gas por unidad de tiempo emitido a través de la chimenea o conducto de emisión, se expresa en ($\text{N m}^3 / \text{s}$).
- **Velocidad de la mezcla gaseosa (m/s):** La velocidad medida o estimada a la salida de la mezcla gaseosa por la fuente puntual de emisión, usualmente se expresa en metros por segundos.
- **Tasa de emisión:** Volumen del gas emitido por unidad de producción, se expresa en m^3/unidad de producción en su defecto puede aparecer un **índice de consumo** de materia prima para producir una unidad.
- **Eficiencia del dispositivo de control:** eficacia del dispositivo de depuración y control de las emisiones a través del proceso productivo, expresado en por ciento (%).
- **Ubicación Geográfica:** Se recomienda el uso de un Sistema Global de Localización (GPS) para mayor exactitud al determinar la latitud y la longitud de cada una de las

fuentes emisoras. Un método alternativo para obtener la latitud y la longitud de la fuente es la utilización de un mapa cartográfico actualizado de la región de una escala de al menos 1: 5000 o mayor.

Anexo 5. Tabla 1.3.3.3- Información del combustible (DE3).

Tipo de combustible:	
Contenido de azufre (%):	
Consumo Anual:	
Utilización de hornos/calderas (Si/No):	
Capacidad de generación energética (MW/hora):	
Solventes utilizados:	
Contenido de solvente (%):	
Consumo anual de solvente:	
Otros comentarios	

- **Tipo de combustible:** se refiere a la clasificación internacional de tipos de combustibles, por ejemplo el fuel oil.
- **Contenido de azufre:** expresa el contenido en % de azufre que tiene el combustible.
- **Consumo Anual:** cantidad máxima de combustible que se utiliza en un año por la empresa y se expresa en unidades de masa.
- **Solventes utilizados:** se refiere a los procesos donde se realiza la aplicación de pinturas, desengrase de metales y otros materiales. También en la industria de las impresiones (artes graficas) fabricación de pinturas, lacas y tintas, aplicaciones en construcciones y edificios.
- **Contenido de solvente:** En Cuba los solventes principales utilizados se encuentran la gasolina y la trementina. También se utilizan soluciones ácidas compuestas por ácidos gálico, nítrico, sulfúrico y crómico que se diluyen en espacio abierto. Este contenido de solvente suele evaporarse a temperatura ambiente o mediante el calentamiento en

hornos. Las tintas pueden clasificarse de acuerdo al contenido de solvente en elevado (30-90%), contenido bajo (5-30%) y con base de agua (5-20%).

- Consumo anual: Consumo de solvente en un año expresado en unidades de masa.
- Otros comentarios: Aquí el especialista de la empresa debe comentar cualquier imprevisto o solución alternativa que durante la etapa analizada pueda influir en las emisiones de contaminantes a la atmósfera debido a las características de la producción y la tecnología.

Anexo 6. Tabla 1.3.3.4- Código de proceso industrial

ISIC	Procesos
0000	Procesos misceláneos
1110	Agricultura y ganadería
1210	Selvicultura
1302	Actividad pesquera en aguas interiores; los criaderos de peces, actividades de servicio de pesquería
2100	Minería del carbón
2200	Producción de petróleo y de gas natural
2301	Minería del hierro
2302	Minería no ferrosa
2901	Extracción de piedra, arcilla y arena de una cantera
2902	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y elaboración de productos químicos
2909	Minería sin clasificación en otra parte
3111	Matadero, preparación y conservación de carnes
3112	Fabricación de productos lácteos
3113	Enlatado y conservado de frutas y verduras
3114	Enlatado, conservado y procesamiento de peces, crustáceos y comidas similares
3115	Fabricación de grasas y aceite animal, vegetal
3116	Industria Molinera
3117	Panadería

3118	Centrales azucareros
3119	Industria confitera
3121	Alimentos que no se fabrican en otra parte (Molienda y torrefacción de café y similares)
3122	alfalfa deshidratando
3131	Destilación de bebidas
3132	Industria del vino
3133	Fábrica de cervezas y malta
3134	Bebidas suaves
3140	Industria del tabaco
3210	Textiles
3211	Fabricación de hilados, filamentos y fibras textiles
3214	Fábricas de telas
3231	Tenerías y acabado de cuero
3310	Fabricación de materiales de madera para la construcción e incluso el mobiliario
3320	Artículos son incluidos bajo ISIC 3310
3411	Papeleras y sus derivados (cartón)
3420	Imprentas (impresiones litográficas, tipográficas) y las industrias aliadas
3511	Fabricación de sustancias químicas básicas excepto fertilizantes
3512	Fabricación de fertilizantes y plaguicidas
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materiales de plástico y fibras artificiales excepto el vidrio
3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas
3522	Industria Farmacéutica
3523	Fabricación de jabones y productos de limpieza
3529	Fabricación de productos químicos no clasificados en otra parte
3530	Refinación de petróleo
3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón
3551	Industrias de neumáticos y cámaras de caucho

3610	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana
3620	Industria del vidrio y productos del vidrio
3691	Fabricación de productos de la arcilla para la construcción
3692	Industria del cemento, cal y yeso
3699	Fabricación de productos minerales no - metálicos no clasificados en otra parte
3710	Industrias básicas del hierro y el acero
3720	Industrias básicas de metal no - ferroso (aluminio)
3819	Fabricación de maquinarias y equipos no clasificados en otra parte
3841	Construcciones navales y reparaciones de barcos
4101	Energía eléctrica y alumbrado
4102	Producción y Distribución de gas
6100	Comercio de venta al por mayor
6200	Comercio minorista
6310	Restaurante, cafeterías y otros establecimientos afines
6320	Hoteles, casas de huéspedes, campamentos y otros tipos de alojamiento
7111	Transporte ferroviario
7112	Transporte terrestre
7113	Otros tipos de transporte terrestre de pasajeros
7114	Transporte de carga por carretera
7115	Transporte vía túneles
7116	Actividades de servicio de apoyo por transporte en los aeropuertos
7121	Transporte marítimo y costero
7131	Transporte aéreo
7192	Depósito y almacenamiento
9200	alcantarillado y disposición del desecho, higienización y servicios similares
9310	servicios de educación
9330	servicios de salud médicos, dentales y otros
9400	servicios recreativos y culturales
9513	Reparación de vehículos de motor y motocicletas
9520	lavados, el lavado repara y limpia y plantas del tinte

9991	que reciclan de pérdida de metal y trozo
9992	que reciclan de trozo de pérdida de no-metal

Anexo 7. Tabla 1.3.4.1- Método de Turner para estimar la estabilidad atmosférica.

Velocidad Del viento U (m/s)	Día: Insolación				Cielo cubierto: Nubosidad 10/10, Altura <2133.6 m	Noche: Nubosidad >4/10 ≤ 4/10	
	Fuente, $\alpha > 60^\circ$	Moderada, $35 < \alpha < 60^\circ$	Ligera, $\alpha < 35^\circ$	Débil, $\alpha < 15^\circ$			
0-0.77	A	A	B	C	D	F	F
0.77-1.80	A	B	B	C	D	F	F
1.80-2.83	A	B	C	D	D	E	F
2.83-3.34	B	B	C	D	D	E	F
3.34-3.86	B	B	C	D	D	D	E
3.86-4.89	B	C	C	D	D	D	E
4.89-5.40	C	C	D	D	D	D	E
5.40-5.92	C	C	D	D	D	D	D
≥5.92	C	D	D	D	D	D	D

Durante el día, la categoría de estabilidad es la obtenida de la tabla anterior si la nubosidad $\leq 5/10$. en caso contrario, se modifica el grado de insolación según los siguientes criterios:

- Si la altura de la base de las nubes $< 2133.6\text{m}$, disminuir dos grados de insolación.
- Si la altura de la base de las nubes $\geq 2133.6\text{m}$ y $< 4876.8\text{m}$, disminuir un grado de insolación.
- Si la nubosidad = 10/10 y la altura de la base de las nubes está entre 2133.6 m y 4876.8 m, disminuir dos grados de insolación, si la altura de la base de las nubes $\geq 4876.8\text{m}$ entonces disminuir sólo uno.
- Si por las modificaciones anteriores, el grado de insolación debiera ser menor que Débil, mantenerlo como débil.

Anexo 8. Tabla 1.3.4.2- Reglas para estimar la clase de estabilidad atmosférica y las alturas de la mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación.

	Velocidad del viento	Clase de Pasquill	Altura de la mezcla (m)
Día Alta insolación*	0-2 m/s	A(muy inestable)	1600
	2-3 m/s	B(inestable)	1200
	3-5 m/s	C(ligeramente inestable)	800
	>5 m/s	D(neutra)	560
Día Baja insolación	0-2 m/s	B	1200
	2-3 m/s	C	800
	3-5 m/s	D	560
	>5 m/s	D	560
Noche	0-2 m/s	F(estable)	200
	2-3 m/s	F	200
	3-5 m/s	E(ligera estabilidad)	320
	>5 m/s	D(neutra)	560
	Nublado	D	560

Anexo 9 Tabla 1.5.2.1- Entradas Externas (EI)

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	Complejidad
Fuentes	3	16+	Alto
Provincia	1	2	Bajo
Municipio	2	3	Bajo

Organismo	1	2	Bajo
Empresa	3	9	Medio
Proceso	1	2	Bajo
Combustible	1	5	Bajo
Solvente	1	2	Bajo
Establecimiento	4	16+	Alto

Anexo 10. Tabla 1.5.2.2- Salidas Externas (EO).

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	Complejidad
Reporte de una fuente contaminante para un día	4+	16+	Alto
Reporte de una fuente contaminante para un mes	4+	16+	Alto

Anexo 11. Tabla 1.5.2.3- Peticiones (EQ)

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	Complejidad
Fuentes Contaminantes	4+	5	Alto
Estaciones Meteorológicas	2	4	Bajo
Empresas	3	7	Medio
Establecimiento	4	16	Alto

Anexo 12. Tabla 1.5.2.4- Ficheros Internos (ILF)

Nombre	Cantidad de registros	Cantidad de Elementos de datos	Complejidad
Combustible	6+	5	Medio
Criterios Simplificados	6	3	Medio
Día	6+	5	Medio
Empresa	6+	9	Medio
Establecimiento _ Solvente	6+	5	Medio
Establecimiento	6+	18	Medio
Estación Meteorológica	6+	5	Medio
Fuentes	6+	24	Alto
Insolación	6+	6	Medio
Municipio	6+	3	Medio
Organismo	6+	2	Medio
Proceso	6+	2	Medio
Provincia	6+	2	Medio
Solventes	6+	2	Medio
Estabilidad Turner	6+	10	Medio

Anexo 13

SLOC Input Dialog - SAGIFC

Sizing Method:
☐ SLOC
☒ Function Points
☐ Adaptation and Reuse

Breakage:
 % of code thrown away due to requirements evolution and volatility
 REVL: 0.00

Module Size in Function Points:
 Language: Object Oriented Default Change Multiplier: 29

Function Type	# of Function Points			SubTotal
	Low	Average	High	
Internal Logical Files	0	14	1	155
External Interface Files	0	3	0	21
External Inputs	6	1	2	34
External Outputs	0	0	2	14
External Inquiries	0	0	0	0
Total Unadjusted Function Points				224
Equivalent Total in SLOC				6496

OK Cancel Help

Fig. 1.5.2.1- Líneas de código empleadas.

Anexo 14. Tabla 1.5.2.5-Valores considerados de los Multiplicadores de esfuerzo. (EM)

Factores	Valor	Justificación
RCPX	0.83 (Bajo)	Base de Datos simple.
RUSE	0.95 (Bajo)	El nivel de reutilizabilidad es a través del programa.
PDIF	0.87 (Bajo)	El tiempo y la memoria estimada para el proyecto son de baja complejidad.
PREX	1.22 (Bajo)	Los especialistas tienen cierta experiencia en el uso de tecnologías.
FCIL	1 (Normal)	Se han utilizado herramientas de alto nivel de desarrollo como el Delphi 6, CASE Racional Rose, RoboHelp.
SCED	1 (Normal)	Los requerimientos de cumplimiento de cronograma son normales.
PERS	1 (Normal)	La experiencia del personal de desarrollo es normal, tienen

		una buena capacidad.
--	--	----------------------

Anexo 15.

base + incr % = rating

	RCPX	RUSE	PDIF	PERS	PREX	FCIL	USR1	USR2
base	NOM	NOM	NOM	NOM	NOM	NOM	NOM	NOM
Incr%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EAF is also affected by Schedule

EAF: 1.00

OK Cancel Help

Fig.1.5.2.2- Valores de Multiplicadores de Esfuerzo. (EM)

Anexo 16. Tabla 1.5.2.6- Valores considerados de los Factores de escala (SF)

Factores	Valor	Justificación
PREC	3.72 (Normal)	Se posee una comprensión considerable de los objetivos del producto, no tiene experiencia en la realización de software de este tipo.
FLEX	3.04 (Normal)	Debe haber considerable cumplimiento de los requerimientos del sistema.
TEAM	3.29 (Normal)	El equipo que va desarrollar el software es cooperativo.
RESL	4.24 (Alto)	Existencia de un plan bien definido.
PMAT	4.68 (Normal)	Se encuentra en el nivel 3.

Anexo 17.

Factor	Scale Factor	Value
Precedentedness	NOM	3.72
Development Flexibility	NOM	3.04
Architecture / risk resolution	NOM	4.24
Team cohesion	NOM	3.29
Process maturity	NOM	4.68

Buttons: OK, Cancel, Help

Fig. 1.5.2.3- Factores de Escala.

Anexo 18.

Project Name: **SAGIFC** Scale Factor Schedule

Development Model: **Early Design**

X	Module Name	Module Size	LABOR Rate (\$/month)	EEF	Language	NOM Effort DEV	EST Effort DEV	PROD	COST	INST COST	Staff	RISK
	SAGIFC	F: 6496	203.04	1.00	Object-Orient	23.0	23.0	282.2	4673.00	0.7	2.3	0.0

	Estimated	Effort	Sched	PROD	COST	INST	Staff	RISK
Total Lines of Code: 6496	Optimistic	15.4	8.8	421.3	3130.91	0.5	1.8	
	Most Likely	23.0	9.9	282.2	4673.00	0.7	2.3	0.0
	Pessimistic	34.5	11.3	188.2	7009.50	1.1	3.1	

Ready

Fig. 1.5.2.4- Cálculos de Cocomo II.

Anexo 19. 1.5.2.7- Cálculos para obtener valor total del proyecto.

De donde se obtiene:

Esfuerzo (DM).

$$DM = (\text{Valor Optimista} + 4 \times (\text{Valor Esperado}) + \text{Valor Pesimista}) / 6$$

$$DM = (15.4 + 4 * 23.0 + 34.5) / 6 = \mathbf{23.65 \text{ Hombres/Mes.}}$$

Tiempo (TDev).

$$TDev = (\text{Valor Optimista} + 4 X(\text{Valor Esperado}) + \text{Valor Pesimista}) / 6$$

$$TDev = (8.8 + 4 * 9.9 + 11.3) / 6 = \mathbf{9.95 \text{ Meses.}}$$

Cantidad de hombres (CH):

$$CH = DM / TDev$$

$$CH = 23.65 / 9.95$$

$$CH = 2.38 \text{ hombres}$$

Costo de la Fuerza de Trabajo.

$$CPT = (\text{Valor Optimista} + 4 X(\text{Valor Esperado}) + \text{Valor Pesimista}) / 6$$

$$CPT = (3130.91 + 4 * 4673.00 + 7009.50) / 6 = \mathbf{\$ 4805.40}$$

Cálculo de costo de los medios técnicos: costo de utilización de los medios técnicos.

$$CMT = Cdep + CE + CMTO$$

Donde:

Cdep: Costo por depreciación (se consideró 0).

CMTO: Costo de mantenimiento de equipo (se consideró 0 porque no se realizó).

CE: Costo por concepto de energía.

$$CE = HTM \times CEN \times CKW$$

Donde:

HTM: Horas de tiempo de máquina necesarias para el proyecto.

CEN: Consumo total de energía

CKW: Costo por Kwts/horas (\$0.09 hasta 100 Kws \$ 0.20 de 101 a 300 Kws y \$ 0.80 más de 300Kws)

$$HTM = (Tdd \times Kdd + Tip \times Kip) \times 152$$

Donde:

Tdd: Tiempo promedio utilizado para el diseño y desarrollo (8 meses).

Kdd: Coeficiente que indica el promedio de tiempo de diseño y desarrollo que se utilizó en la máquina (0.50)

Tip: Tiempo utilizado para las pruebas de implementación (4 horas).

Kip: Coeficiente que indica el % de tiempo de implementación utilizado en la máquina. (0.8)

$$\text{HTM} = (8 \times 0.50 + 4 \times 0.8) \times 152$$

$$\text{HTM} = 1094.4 \text{ H//}$$

$$\text{CEN} = 0.608 \text{ Kw/h// (Estimado).}$$

$$\text{KW} = \text{HTM} \times \text{CEN}$$

$$\text{KW} = 1094.4 \times 0.608$$

$$\text{KW} = 665.39//$$

$$\text{CKW} = (100 \times 0.09) + (200 \times 0.20) + (665.39 \times 0.80)$$

Teniendo en cuenta el costo del Kw/h el costo de electricidad fue de:

$$\text{CE} = \$ 581.31//$$

Luego por lo antes considerado, el costo de los medios técnicos es:

$$\text{CMT} = \$ 581.31.$$

Cálculo del Costo de Materiales: En el cálculo de los costos de los materiales se consideró el 5 % de los costos de los medios técnicos.

$$\text{CMAT} = 0.05 \times \text{CMT}$$

Donde:

CMT: Costo de los medios técnicos.

$$\text{CMAT} = 0.05 \times 581.31$$

$$\text{CMAT} = \$29.06$$

Después de realizados los cálculos correspondientes a los Costos Directos (CD), se obtienen los siguientes resultados.

$$CD = CPT + CMT + CMAT$$

$$CD = 4805.40 + 581.31 + 29.06$$

$$CD = \$5415,77//$$

Costo Total del Proyecto: Para calcular el valor total del proyecto se utilizó la siguiente expresión:

$$CTP = CD + 0.1 \times SB$$

$$CTP = 5415,77 + 0.1 \times 4805.40$$

$$CTP = \$5896.31//$$

Anexo 20. 3.3.1- Descripción de los casos de uso asociados al paquete Seguridad.

Caso de uso:	Autenticación.
Actores:	Usuario (inicia)
Descripción: El Caso de Uso se inicia cuando el usuario necesita hacer uso del sistema, una vez realizada su autenticación concluye el Caso de Uso.	
Referencias:	R1
Precondiciones:	
Poscondiciones:	Se inicia o no la sesión del usuario en correspondencia si la autenticación es correcta.
Curso normal de los eventos	
Acción del Usuario	Respuesta de SAGIFC
1 Necesita hacer uso de SAGIFC	2 Presenta la interfaz Autenticación, ver (Fig. 3.3.3).
3 Introduce el nombre de usuario (A1) y contraseña (A2) ejecutando el botón Aceptar (A3).	4 Si el usuario y la contraseña son correctos se finaliza el Caso de Uso cerrando la interfaz de autenticación y mostrando la interfaz

	principal. De no ser correcto el usuario y/o contraseña emite un mensaje de error, ver (Fig. 3.3.4 y 3.3.5), cerrado este se regresa al punto3.
5 Selecciona el botón cerrar (A4) de la Interfaz de Autenticación.	6 Cierra la interfaz de Autenticación y finaliza el Caso de Uso.



Fig. 3.3.3- Interfaz Autenticación.



Fig. 3.3.4- Error de Contraseña.



Fig. 3.3.5- Error de Usuario.

Caso de uso:	Gestionar Usuarios.
Actores:	Administrador (Inicia).
Descripción: El Caso de Uso es iniciado por el Administrador cuando desea Actualizar el Registro de Cuentas de Usuarios. Realizada la acción finaliza el Caso de Uso.	
Referencias:	R2
Precondiciones:	El Usuario autenticado debe pertenecer al grupo Administradores.
Poscondiciones:	Se actualiza el Registro de Cuentas de Usuarios
Curso normal de los eventos	
Acción del Administrador	Respuesta de SAGIFC
1 Selecciona el Menú Seguridad pasando al paso2	2 Despliega este menú presentando sus opciones
3 Puede escoger : <ul style="list-style-type: none"> • Nuevo usuario. • Eliminar. • Cambiar contraseña , 	4 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> • Nuevo usuario, se presenta la interfaz Nuevo Usuario, ver (Fig. 3.3.7), pasando a la sección “Adicionar Usuario”. • Eliminar, se presenta la interfaz, ver (Fig. 3.3.8), pasando a la sección “Eliminar Usuario”. • Cambiar contraseña, se presenta la interfaz, ver (Fig. 3.3.9), pasando a la sección “Cambiar Contraseña”.
Sección "Adicionar Usuario"	
	1 Presenta la interfaz Nuevo Usuario, ver (Fig. 3.3.7).
2 Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Introducir el nombre de la 	3 Si se introducen todos los campos se activa () y pasa a 3.

<p>cuenta (N1), Selecciona el grupo (N2) , y pasa la Contraseña(N3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancelar (N5). 	<p>Si escogió Cancelar (N4) se termina el caso de uso. Pasando a la interfaz principal, ver (Fig. 3.3.6).</p>
<p>3 Puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar el Botón (N4). • Cancelar (N5) 	<p>4 Si selecciona (N4) adiciona el nuevo Usuario y se termina el caso de Uso. Si escoge Cancelar cierra la interfaz y termina el caso de uso. Pasando a la interfaz principal, ver (Fig. 3.3.6).</p>
Sección "Eliminar Usuario"	
	<p>1 Presenta la interfaz Eliminar Usuario, ver (Fig. 3.3.8)</p>
<p>2 Selecciona el usuario (E1).</p>	
<p>3 Puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar (E2). • Cancelar (E3). 	<p>4 De Escoger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar se verifica si el usuario seleccionado está activo, de ser así, se muestra un mensaje de error terminándose el caso de uso; si no está activo se elimina el usuario terminándose el caso de uso. Pasando a la interfaz principal, ver (Fig. 3.3.6). • Cancelar se termina el caso de uso. Pasando a la Interfaz Principal, ver (Fig. 3.3.6).
Sección "Cambiar Contraseña"	
	<p>1 Presenta la Interfaz Cambiar Contraseña, ver (Fig. 3.3.9)</p>
<p>2 Selecciona el usuario al que desea cambiar la contraseña (C1).</p>	

3	Ingresa la contraseña anterior (C2) y la nueva contraseña(C3).	
4	Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar (C4). • Cancelar (C5). 	5 De escoger : <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar se verifica la contraseña anterior, si esta es correcta se procede a cambiar informándose con un mensaje el cambio y se concluye el caso de uso; si es incorrecta se muestra un mensaje pasándose al paso 3. • Cancelar se concluye el caso de uso.



Fig. 3.3.6- Interfaz Principal.

Fig. 3.3.7- Interfaz Adicionar Usuario.

Fig. 3.3.8- Interfaz Eliminar Usuario.

Fig. 3.3.9- Interfaz Cambiar Contraseña.

Anexo 21. 3.3.2- Descripción de los casos de uso asociados al paquete Gestionar Inventario.

Caso de uso:	Gestionar Fuentes.
Actores:	Usuario (inicia).
Descripción: El Caso de Uso es iniciado por el Usuario cuando desea actualizar las Fuentes. Realizada la acción finaliza el Caso de Uso.	
	R4.

Referencias:	
Precondiciones:	El Usuario debe ser Administrador o Especialista.
Poscondiciones:	Se actualizan las Fuentes Contaminantes.
Curso normal de los eventos	
Acción del Usuario	Respuesta de SAGIFC
1 Selecciona la Opción Fuentes del Menú Inventarios.	2 Presenta la interfaz Fuentes, ver (Fig. 3.3.11) . Ejecutándose el caso de uso “Listar Fuentes”.
3 Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar una nueva fuente con el uso de (F8) • Modificar una fuente seleccionándola en (F3) y usando (F10). • Filtrar el listado de fuentes utilizando (F4). • Obtener reportes mediante el uso de (F5) Para seleccionar el tipo de reporte. • Cerrar mediante (F11). 	4 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar se muestra la Interfaz Datos de Fuente, ver (Fig. 3.3.12) pasando a la sección “Adicionar Fuente”. • Modificar se pasa a la sección “Modificar Fuente”. • Filtrar pasa al Caso de Uso “Filtrar Fuente” • Obtener Reporte se activa (F6) para que se escoja la fecha. • Cerrar pasa al la Interfaz Principal terminando el caso de uso.
5 Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en (F7) la fecha deseada. 	6 Activa el botón (F8) .
7 Selecciona el botón (F8) .	8 En dependencia de la selección realizada en (F5) pasa al caso de uso “ Reporte para un día ” o “ Reporte

		para un mes”.	
Sección "Adicionar".			
	1	Presenta la interfaz Datos de Fuente, ver (Fig. 3.3.12) .	
2	Selecciona en (Df1) la fecha de captación y en (Df2) la Provincia.	3	Muestra la Provincia activando (Df3) que presentara los Municipios pertenecientes a la provincia seleccionada en (Df2) .
4	Selecciona en (Df3) el Municipio.	5	Muestra el Municipio, y activa (Df4) .
6	Puede <ul style="list-style-type: none">• Seleccionar el Organismo en (Df4).• Adicionar un nuevo Organismo mediante (1).	7	De escoger <ul style="list-style-type: none">• Seleccionar muestra el Organismo seleccionado y activa (Df5) que presentara las empresas pertenecientes a la Provincia en (Df2) y al Organismo en (Df4).• Adicionar muestra la Interfaz Datos de Organismos pasando a la sección “Adicionar Organismo” del paquete “Gestionar Datos Auxiliares”. Una vez terminada esta Sección mostrará en (Df4) el Organismo Adicionado, y activará (Df5) que presentará las empresas pertenecientes a la Provincia en (Df2) y al Organismo en

			(Df4).
8	Puede	9	De escoger:
	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar la Empresa en (Df5). • Adicionar una nueva Empresa mediante (2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar muestra la Empresa seleccionada y activa (Df6) que presentará los Establecimientos pertenecientes a la Empresa en (Df5) y al Municipio en (Df3). <p>Adicionar muestra la Interfaz Datos de Empresa pasando a la sección “Adicionar Empresa” del paquete “Gestionar Datos Auxiliares”. Una vez terminada esta sección mostrará la Empresa adicionada, y activará (Df6) que presentará los Establecimientos pertenecientes a la Empresa en (Df4) y al Municipio en (Df3).</p>	
10	Puede:	11	De escoger:
	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el Establecimiento en (Df6). • Adicionar un nuevo Establecimiento mediante (3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar muestra el Establecimiento seleccionado • Adicionar muestra la Interfaz Datos de Establecimiento pasando a la sección “Adicionar Establecimiento” del paquete “Gestionar Datos Auxiliares”. Una vez 	

	terminada esta sección mostrará el Establecimiento adicionado en (Df6).
12 Introducir los datos requeridos En los Editores Restantes	
13 Puede <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el Combustible en (Df7). • Adicionar un nuevo Combustible mediante (4). 	14 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar muestra el Combustible seleccionado • Adicionar muestra la interfaz Datos de Combustible pasando a la sección “Adicionar Combustible” del paquete “Gestionar Datos Auxiliares”. Una vez terminada esta sección mostrará el Combustible adicionado.
15 Completa los datos restantes.	
16 Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar mediante (Df8). • Cancelar Mediante (Df9). 	17 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar verifica el completamiento de todos los datos y si el Identificador se repite, de existir algún problema así mostrará un mensaje con el error Pasando al paso 17, de no existir problema, adiciona la nueva empresa

	<p>y pasa al paso 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancelar concluirá la sección, pasando al paso 2 del Curso Normal de los Eventos.
18	<p>Presionar Aceptar en el mensaje de error y rectificar los datos. Pasando al paso 15.</p>
Sección "Modificar".	
	<p>1 Presenta la interfaz Datos de Fuente, ver (Fig. 3.3.12), mostrando los datos de la Fuente seleccionada.</p>
2	<p>Puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificar algún dato y confirmar el cambio mediante (Df8). • Cancelar mediante (Df9).
	<p>3 De Escoger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificar verifica el completamiento de todos los datos y si el Identificador se repite, de existir algún problema así mostrará un mensaje con el error Pasando al paso 4, de no ocurrir esto, Modifica los datos Cambiados y pasa al Curso Normal de los Eventos en su paso 2, concluyendo la sección. • Cancelar concluirá la sección, pasando al paso 2 del Curso Normal de los Eventos.
4	<p>Presionar Aceptar en el mensaje de error y rectificar los datos. Pasando</p>

al paso 2.

The screenshot displays the SAGIFC software interface. At the top is a menu bar with options: Inventarios, Sección Meteorológica, Datos Auxiliares, Seguridad, Ayuda, and F1. Below the menu is a toolbar with icons and a label F2. The main area contains a table with the following headers: Código, Nombre, Establecimiento, Combustible, and Puesta en funcionamiento. The table is currently empty. Below the table is a large empty space labeled F3. At the bottom, there is a panel with several sections: 'Filtrar fuentes por:' with radio buttons for 'Todas', 'Por Empresas', 'Por Provincias', 'Por Establecimientos', and 'Por Municipios' (labeled F4); 'Reportes' with a dropdown menu (labeled F5) and a date field set to '1/ 1/2001' (labeled F6); and 'Acciones' with buttons for 'Adicionar' (labeled F8), 'Eliminar' (labeled F9), 'Editar' (labeled F10), and 'Inicio' (labeled F11). A 'Ver Reporte' button (labeled F7) is also present. The bottom right corner shows the text 'Usuario:conexion'.

Código	Nombre	Establecimiento	Combustible	Puesta en funcionamiento
--------	--------	-----------------	-------------	--------------------------

Fig. 3.3.11-Interfaz Fuentes.

Fig. 3.3.12- Interfaz Datos de Fuente.

Caso de uso:	Listar Fuentes
Actores:	Usuario (inicia).
Descripción:	El Caso de Uso es iniciado por el Usuario cuando desea visualizar las Fuentes existentes
Referencias:	R4.
Precondiciones:	
Poscondiciones:	Se Visualizan las Fuentes.
Curso normal de los eventos	
Acción del Usuario	Respuesta de SAGIFC
1 Puede: <ul style="list-style-type: none"> Filtrar por Provincias mediante la selección de 	2 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> Filtrar por Provincias Se

<p>(Por Provincias).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtrar por Municipios mediante la selección de (Por Municipios). • Filtrar por Empresas mediante la selección de (Por Empresas). • Filtrar por Establecimientos mediante la selección de (Por Establecimientos). 	<p>muestra la Interfaz Filtrar por Provincias, ver (Fig. 3.3.13) que permitirá escoger la Provincia (Pp1).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtrar por Municipios Se muestra la Interfaz Filtrar por Municipios, ver (Fig. 3.3.14) que permitirá escoger el Municipio (Pm2). • Filtrar por Empresas Se muestra la Interfaz Filtrar por Empresas (Fig. 3.3.15) que permitirá escoger la Empresa (Pe3). • Filtrar por Establecimientos Se muestra la Interfaz Filtrar por Establecimiento, ver (Fig. 3.3.16) que permitirá escoger el Establecimiento (Pes4).
<p>3 Puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acepta • Cancelar. 	<p>4 De Escoger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acepta Muestra en (F3) Un listado de las fuentes filtrado por el criterio seleccionado. • Cancelar finaliza el caso de Uso.



Fig. 3.3.13- Interfaz Filtrar por Provincia.

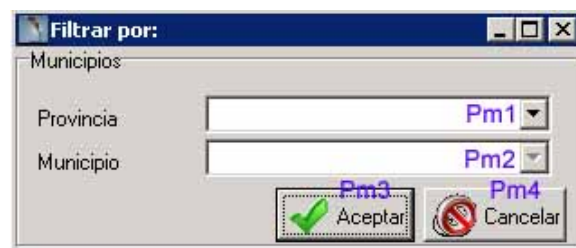


Fig. 3.3.14- Interfaz Filtrar por Municipio.



Fig. 3.3.15- Interfaz Filtrar por Empresas.

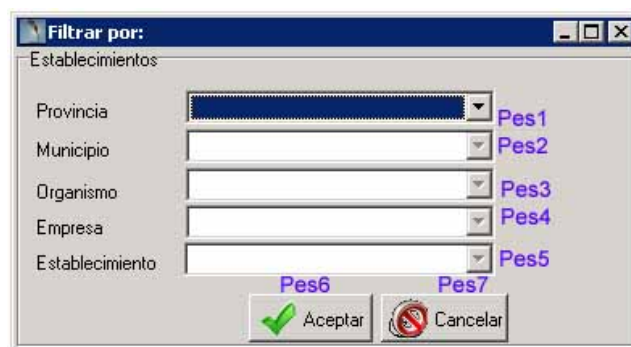


Fig. 3.3.16- Interfaz Filtrar por Establecimiento.

Caso de uso:	Obtener Reportes
Actores:	Usuario (inicia).
Descripción: El caso de uso es iniciado por el usuario cuando desea obtener un reporte de Datos tecnológicos y Meteorológicos.	

Referencias:	R5, R6.
Precondiciones:	Se selecciona el tipo de reporte.
Poscondiciones:	Se Visualizan las Fuentes.
Curso normal de los eventos	
Acción del Usuario	Respuesta de SAGIFC
1 Selecciona el tipo de Reporte en (F5). Ver (Fig. 3.3.11)	2 Activa (F6).
3 Selecciona la fecha en (F6)	4 Activa el botón (F7).
5 Procede presionando (F7).	6 En caso de que el tipo de reporte sea “Para un día” pasa a la sección “Reporte para Un DIA” . De lo contrario pasa a la sección “Reporte para Un Mes” .
7 Puede: <ul style="list-style-type: none"> • Imprimir. • Guardar. • Cerrar. 	8 De escoger: <ul style="list-style-type: none"> • Imprimir muestra la ventana de diálogo con opciones de impresión. • Guardar muestra el diálogo para guardar el fichero. • Cerrar finaliza el caso de uso. Pasando al paso 2 del caso de uso “Gestionar Fuentes”.
9 Puede: En caso de que se quiera Imprimir: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar las propiedades y Aceptar. • Cancelar. En caso de que quiera guardar:	10 De Coger: En caso de que se quiera Imprimir: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar las propiedades y Aceptar se imprime el documento pasando al paso 7. • Cancelar se cierra el dialogo y

<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el directorio donde va a guardar y Aceptar. • Cancelar. 	<p>regresa al paso 7.</p> <p>En caso de que quiera guardar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el directorio donde va a guardar y Aceptar se guarda el documento pasando al paso 7. • Cancelar se cierra el diálogo y regresa al paso 7.
Sección "Reporte para un día".	
	1 Teniendo en cuenta la fecha seleccionada en (F6) el sistema obtiene los datos meteorológicos de ese día inicializando el caso de uso “Realizar Cálculos”
	2 Una vez que se obtengan las variables calculadas se muestra el reporte pasándose al paso 7 del Curso Normal de los Eventos.
Sección "Reporte para un Mes".	
	1 Teniendo en cuenta la fecha seleccionada en (F6) el sistema obtiene los datos meteorológicos de ese día inicializando el caso de uso “ Realizar Cálculos ”
	2 Una vez que se obtengan las variables calculadas se muestra el reporte pasándose al paso 7 del Curso Normal de los Eventos.

Caso de uso:	Realizar Cálculos.
Actores:	Usuario (inicia).
Descripción: El caso de uso se inicia cuando el usuario quiere obtener un reporte y selecciona los datos meteorológicos para el mismo.	
Referencias:	R5,R6
Precondiciones:	Se haya seleccionado la fuente y los datos meteorológicos.
Poscondiciones:	Se obtienen las variables calculadas.
Curso normal de los eventos	
Acción del Usuario	Respuesta de SAGIFC
	1 Se realizan los cálculos de las estabilidades.
	2 Mediante las estabilidades determinadas se calculan las alturas de capa de mezcla correspondiente y se devuelven estas variables pasando al paso 2 de la sección que haya proporcionado los datos meteorológicos.

Print Preview

Close

REPORTE DE UNA FUENTE CONTAMINANTE PARA UN MES

Organismo: MINAL		Empresa: Empresa de productos lácteos y															
Provincia: Pinar del Río			Municipio: Pinar del Río			Establecimiento: Combinado Lácteo Pinar del Río											
Código: 11021			Nombre Fuente: Caldera 1														
Proceso: Elaboración de Productos Lácteos						SOx:		NOx:		CO: si		CO VDM		MP:		NH3	
Combustible: Fuel			Consumo Anual: 837		Solventes/Consumo Anual(Ton):												
Control Emisiones: no			Tipo de Control Emisiones:										Eficiencia: 0				
Puesta En Marcha: 2005			Operación Anual: 5840			Producción Diaria: 645			Producción Mensual: 1934			Producción Anual: 23209					
Volumen Procesado: 0.0423			Flujo Máximo: 2		T Mezcla Gaseosa: 250			V Salida del Gas: 2.5									
Altura: 9		Diámetro: 0.7		Altura Edif + Próximo: 0		Ancho Edif + Próximo: 0		Posición Longitud: 0		Latitud: 0							
Datos Meteorológicos																	
Código: 78315			Nombre Estación: CITMA Pinar										Fecha: 1/1/2001				
Día	Hora	Nubosidad	Altura de las Nubes	Dirección del Viento	Velocidad del Viento	Presión	Temperatura Bulbo Seco	Temperatura Bulbo Húmedo	Humedad Relativa	Deficit Saturación	Temperatura	Estabilidad	Altura Capa de Mezcla				
1	0	0	2600	20	2	1018.6	14.2	13.2	90	1.3	12.5	F	200.00				
1	3	0	2600	40	2	1018	13.5	13	95	0.6	12.6	F	200.00				
1	6	4	600	20	2	1018.9	13.8	13	92	1	12.4	E	320.00				
1	9	7	600	60	2	1020.3	16.3	15.2	89	1.5	14.5	C	800.00				
1	12	8	600	80	4	1018.6	19.4	16	71	5	13.9	D	560.00				
1	15	5	600	20	2	1016.9	21.4	16	57	8.2	12.6	C	800.00				
1	18	4	600	10	2	1017.4	17.3	14.4	73	4	12.4	E	320.00				
1	21	4	600	360	2	1018.7	13.4	12.5	90	1.1	11.8	E	320.00				
2	0	1	600	20	2	1017.9	14	13	89	1.3	12.3	F	200.00				
2	3	0	2600	360	2	1017.3	13.8	13	92	1	12.4	F	200.00				

Page 1 of 11

Fig. 3.3.17- Reporte para un Mes.

Reporte para un día

Close

REPORTE DE UNA FUENTE CONTAMINANTE PARA UN DIA

Organismo: MINAL		Empresa: Empresa de productos lácteos																	
Provincia: Pinar del Río				Municipio: Pinar del Río				Establecimiento: Combinado Lácteo Pinar del Río											
Código: 11021				Nombre Fuente: Caldera 1															
Proceso: Elaboración de Productos Lácteos								SOx:		NOx:		CO: si		CO VDM:		MP:		NH3:	
Combustible: Fuel				Consumo Anual: 837				Solventes/Consumo Anual(Ton):											
Control Emisiones: no				Tipo de Control Emisiones:								Eficiencia: 0							
Puesta En Marcha: 2005				Operación Anual: 5840				Producción Diaria: 645				Producción Mensual: 1934				Producción Anual: 23209			
Volumen Procesado: 0.0423				Flujo Máximo: 2				Temperatura Mezcla Gaseosa: 250				Velocidad Salida del Gas: 2.5							
Altura: 9		Diámetro: 0.7		Altura Edif + Próximo: 0				Ancho Edif + Próximo: 0				Posición Longitud: 0				Latitud: 0			
Datos Metereologicos																			
Código: 78315				Nombre Estación: CITMA Pinar										Fecha: 1/1/2001					
Hora	Nubosidad	Altura	Dirección del Viento	Velocidad del Viento	Presión	Temperatura Bulbo Seco	Temperatura Bulbo Humedo	Humedad Relativa	Déficit Saturación	Temperatura	Estabilidad	Altura Capa Mezcla							
0	0	2600	20	2	1018.6	14.2	13.2	90	1.3	12.5	F	200.00							
3	0	2600	40	2	1018	13.5	13	95	0.6	12.6	F	200.00							
6	4	600	20	2	1018.9	13.8	13	92	1	12.4	E	320.00							
9	7	600	60	2	1020.3	16.3	15.2	89	1.5	14.5	C	800.00							
12	8	600	80	4	1018.6	19.4	16	71	5	13.9	D	560.00							
15	5	600	20	2	1016.9	21.4	16	57	8.2	12.6	C	800.00							
18	4	600	10	2	1017.4	17.3	14.4	73	4	12.4	E	320.00							
21	4	600	360	2	1018.7	13.4	12.5	90	1.1	11.8	E	320.00							

Page 1 of 1

Fig. 3.3.18- Reporte para un Día.

Anexo 22. 3.8.1- Manual de Usuario de SAGIFC.



**Universidad de Pinar del Río.
“Hermanos Saíz Montes de Oca”.**

**Facultad de Informática y Telecomunicaciones.
Departamento de Informática.**

Manual del Usuario.

Software SAGIFC

**El Sistema Automatizado de Gestión de Información de Fuentes Contaminantes
(SAGIFC).**

Autores:

Dagoberto Rodríguez Valdés

Liuben Echevarria Perez

Osvaldo A. Cuesta Santos

Walfrido Novas Orama

Almara Sánchez Díaz

Resumen

La aplicación de las herramientas informáticas en temáticas medio ambientales ha tomado auge en la última década del pasado siglo y en la actual, muestra de ello lo constituye la creación de los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos; desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en ingles (**EPA**), en este trabajo se desarrolló el software (**SAGIFC**), Sistema Automatizado de Gestión de Información de Fuentes Contaminantes, con el objetivo fundamental de estimar emisiones originadas por fuentes fijas, para ello era necesario registrar información tecnológica y almacenar datos meteorológicos en una base de datos normalizada, para ser gestionado por el software SAGIFC, para de esta forma poder utilizarla como herramienta fundamental para entregar los datos que necesitan los modelos de dispersión para fuentes fijas; pertenecientes a la EPA. Para ello fue necesario crear algoritmos que permitieran, a partir de los datos meteorológicos primarios, obtener altura de mezclado de los gases en la atmósfera, también hubo que determinar mediante análisis físicos, químicos y matemáticos, parámetros tales como; velocidad de salida de la mezcla gaseosa emitida, flujo máximo del gas emitido y tasa de emisión, haciendo posible esto, la obtención del software antes mencionado, cumpliendo con los objetivos planteados

La aplicación de este software supone la disminución del tiempo de procesamiento de los datos y errores de cálculo, así como ofrece una mayor flexibilidad en las salidas, un aumento en la rapidez de la información solicitada y procesada, siendo de fácil implantación en el Centro Meteorológico Provincial (**CMP**), ya que cuentan con la tecnología necesaria para asumir este sistema y explotarlo adecuadamente.

Introducción.

SAGIFC tiene como objetivo la automatización del manejo de información tecnológica y almacenamiento de datos meteorológicos, además de la realización de cálculos de parámetros tales como: la estimación de las tasas de emisión, velocidad de salida de la mezcla gaseosa emitida y el flujo máximo del gas emitido, también obtiene altura de mezcla gaseosa a partir del: Método de Turner, para estimar la estabilidad atmosférica y las alturas de la mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación. Permitiendo de esta forma, suministrar la información necesaria para la ejecución de los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos; generados por fuentes industriales estacionarias pertenecientes a la EPA, como son el ISC3 Y SCREEN3, alcanzando múltiples beneficios; entre ellos se pueden mencionar, la obtención de la información de forma inmediata, disminución en los errores de cálculos, aumento de la rapidez en la toma de decisiones. La manipulación de este programa se facilita con la detallada ayuda del manual de usuario, permitiendo una mayor interacción entre el usuario y el mismo.

Este sistema cumple con las Funcionalidades Siguietes:

1. Autentificación del usuario.
2. Gestionar Registro de Cuentas de Usuarios y permisos sobre las tablas de la Base de Datos.
3. Cambiar contraseña de conexión.
4. Gestionar Inventarios de Fuentes Contaminantes.
5. Obtener Reportes de datos Tecnológicos y Meteorológicos para un Día.
6. Obtener Reportes de datos Tecnológicos y Meteorológicos para un Mes
7. Gestionar Sección Meteorológica.
8. Gestionar Datos Auxiliares.

SAGIFC se implementó a través del entorno de programación Delphi 6 con Microsoft Access como gestor de base de datos, el CASE Rational Rose para crear los artefactos utilizados del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) con los que se caracterizó y modelo el sistema, y el Visual Help Pro 4.0.4 para la elaboración de la ayuda.

Recursos Técnicos:

▪ **Hardware para su diseño y desarrollo:**

- Procesador: Celaron 2 Ghz.
- Memoria: 128 MB
- Disco Duro: 40 GB
- Monitor: Resolución SVGA (1024 x 768) píxeles.
- Memoria flash 2 GB

▪ **Software:**

- Sistema Operativo Windows 2000 (Sp4).
- Microsoft Access 2003.
- Borland Delphi 6.
- Rational Rose Enterprise.
- Visual Help Pro.

1. Autenticación.

Al ser SAGIFC un sistema que almacena información para estimar emisiones de contaminantes atmosféricos, y funcionar además como herramienta para correr modelos de dispersión de contaminantes que requieren de datos fiables y exactos, posibilitando una interpretación correcta de los estudios realizados, requiere de parámetros que establezcan un nivel de seguridad que no permita la manipulación de los datos almacenados por personas no autorizadas.

SAGIFC utiliza las funcionalidades de Seguridad que brindan los archivos creados en Accesss, permitiendo la inicialización de Cuentas de Usuarios, cada una de estas cuentas son definidas por el o los usuarios pertenecientes al grupo Administradores.

La Interfaz de **Autenticación** es lo primero que muestra SAGIFC y el mismo le da la posibilidad al usuario de inicializar el sistema mediante una cuenta de usuario y el Ingreso de la Contraseña (**Fig 1**).



Fig. 1- Autenticación.

Se debe introducir el Nombre de la cuenta de Usuario (A1), y luego la Contraseña (A2). Se procede a la autenticación presionando el botón Aceptar (A3), para cancelar la acción se utiliza Cancelar (A4). En caso de ocurrir algún error se mostrará un mensaje de error.

2. Interfaz de usuario.

Después de realizar correctamente la autenticación se muestra la pantalla de presentación, donde se podrá ver la **interfaz principal** de SAGIFC, ver (**Fig. 2**). La misma cuenta con un menú Principal que consta de Opciones para: Inventarios, Sección Meteorológica, Datos Auxiliares, Seguridad y la Ayuda; además la interfaz presenta una Barra de Herramienta

para el acceso rápido a las funcionalidades de SAGIFC y en la parte inferior un botón que permite cerrar el sistema.



Fig. 2- Pantalla de presentación de SAGIFC.

2.1 Barra de Herramientas.

La **Barra de Herramientas** presentada por SAGIFC, contiene una serie de botones, los que permiten el acceso rápido a algunas de las funciones de SAGIFC. En la (**Fig. 3**) se detalla la función de cada uno de sus botones.

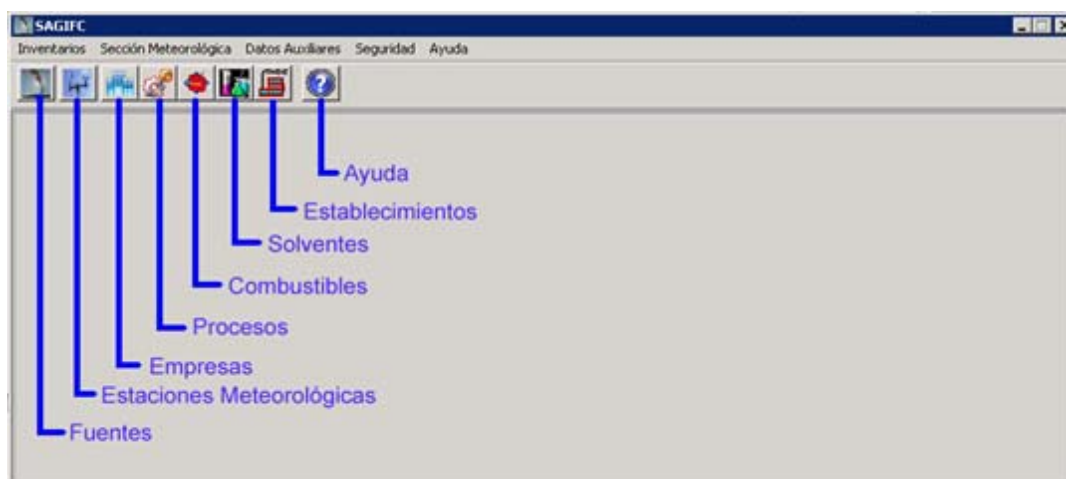


Fig. 3- Barra de Herramientas de SAGIFC.

3. Fuentes Contaminantes.

El **Menú Inventarios** brinda el acceso a los inventarios de las Fuentes Contaminantes Puntuales. Al ejecutar esta acción aparecerán listadas todas las fuentes. Pero como se puede apreciar en **Fuentes**, el usuario puede listar según el criterio que escoja, ver (**Fig. 4**), componente (F4): (Todas, Por Provincias, Por Municipios, Por Empresas, Por Establecimiento). A esta última opción se puede acceder por el botón correspondiente a la Barra de Herramientas.

El formulario **Fuentes** es la interfaz más importante de SAGIFC. Ella permite la actualización del inventario de fuentes, facilita el listado de las fuentes registradas según el parámetro que escoja el usuario y permite la obtención de los reportes que brinda el sistema.

Al ejecutar la opción Fuentes del **Menú Inventarios**, o el botón correspondiente de la **Barra de Herramientas**, se mostrará la interfaz de la (**Fig. 4**) mostrándose el listado de todas las Fuentes existentes en la base de datos. Para listar las fuentes por uno de los criterios que presentan las opciones del componente (F4); sólo se deberá seleccionar la deseada, el sistema presentará una ventana para especificar dicho criterio; y al ejecutar el botón Aceptar, se mostrarán la Fuentes filtradas según la selección.



Fig. 4- Fuentes Contaminantes.

Obtener Reportes.

Para obtener un reporte se debe seleccionar la Fuente en la lista, luego se selecciona el tipo de reporte F5, se selecciona la fecha (F6) y al ejecutarse el botón Ver Reporte (F7), se obtendrá el mismo con los datos tecnológicos de la Fuente y los datos meteorológicos correspondientes a la fecha, además de las variables: Categoría de Estabilidad y Altura de la Capa de Mezcla que son calculadas por SAGIFC.

Adicionar Fuente.

Para **adicionar una nueva fuente**, el usuario debe ejecutar el botón adicionar (F8), SAGIFC presentara la interfaz de la (Fig. 5). En él se seleccionará la fecha de realizada la captación (Df1), la Provincia (Df2), el Municipio (Df3), el Organismo (Df4), la Empresa (Df5), y el Establecimiento (Df6).

En el caso de los tres últimos se brinda la opción de adicionar elementos ejecutándose mediante los botones situados a su derecha (Ver: Organismos, Empresas, Establecimientos), lo mismo ocurre con el Combustible.

Una vez completados los campos se finaliza presionando Aceptar (Df8) y el sistema verifica el completamiento de los campos, si no existen problemas se procede a adicionar, limpiando todos los editores dejando la interfaz lista para una nueva adición. El botón **Cancelar** (Df9) cierra este formulario.

The screenshot shows a software window titled "Datos Fuentes". It contains several input fields and buttons. On the left, under "Seleccionar Establecimiento", there are dropdown menus for "Fecha de captación" (labeled Df1), "Provincia" (labeled Df2), "Municipio" (labeled Df3), "Organismo" (labeled Df4), "Empresa" (labeled Df5), and "Establecimiento" (labeled Df6). Each dropdown has a small blue "+" button to its right. Below this is the "Datos Generales" section with text boxes for "Código", "Nombre", "Tipo de combustible" (labeled Df7), and "Consumo Anual (Tm)". There is also a large text area for "Comentarios Adicionales". On the right side, under "Información Estática", there are text boxes for "Año de Puesta en Marcha", "Operación Anual (h/Año)", "Producción Diaria", "Producción Mensual", "Producción Anual", "Altura de la fuente (m)", and "Diámetro Interior (m)". Below these is a checkbox for "Disponibilidad del control de emisiones". Further down are a dropdown for "Tipo de control", and text boxes for "Eficiencia del control (%)", "Flujo Máximo", "Tasa de emisión (m3/U ó Cant Mat P / U)", "Temperatura de la Mezcla Gaseosa (°C)", and "Velocidad de Salida del Gas Emitido (m/s)". At the bottom right, there are two buttons: "Aceptar" (labeled Df8) with a green checkmark icon, and "Cancelar" (labeled Df9) with a red X icon. There are also some small blue "+" buttons next to the "Tipo de combustible" dropdown and the "Disponibilidad del control de emisiones" checkbox.

Fig. 5- Datos de Fuentes.

Editar Fuentes.

Para **editar** se seleccionara la fuente deseada del listado (F3), se presiona el botón **Editar** (F10), se presentara la Interfaz de la (**Fig. 5**) con los datos de la Fuente Seleccionada, se realizan los cambios, para finalizar se presiona **Aceptar** (Df8). El botón **Cancelar** (Df9) Cerrara la ventana.

4. Sección Meteorológica.

La **Sección Meteorológica** aborda lo referente a las Estaciones Meteorológicas. Ellas son las proveedoras de los datos meteorológicos necesarios para los reportes y cálculos que obtiene SAGIFC.

Estación Meteorológica.

Para acceder al formulario se puede usar la opción **Estaciones Meteorológicas** de la Sección Meteorológica, o mediante el botón Correspondiente de la **Barra de Herramientas**. Al ejecutar alguna de estas Opciones se presenta la interfaz de la (Fig. 6). Para obtener el listado se selecciona la Provincia (Est1) y el Municipio (Est2).

Datos_Auxiliares: Estaciones meteorológicas

Provincia: Pinar del Río (Est1) Municipio: Sandino (Est2)

Código	Nombre	Longitud	Latitud
78313	Isabel Rubio	12.5	11

Est3

Acciones: Est4 Adicionar, Est5 Editar, Est6 Cerrar

Fig. 6- Estaciones Meteorológicas.

Adicionar Estación.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (Est4), SAGIFC muestra el Formulario de la (Fig. 7). En el aparecerá el Municipio y la Provincia que se seleccionó en la ventana previa. Se completan los datos y presiona Aceptar (Dest3) y de esta forma se adiciona una nueva estación meteorológica. El botón **Cancelar** (Dest4) Cerrará la ventana.

Editar Estación.

Se selecciona una estación en Est3 (ver **Fig 7**) y se ejecuta el botón **Editar** (Est5), SAGIFC muestra el Formulario de la (**Fig 7**). En él aparecerán los datos de la estación seleccionada. Se modifican los datos y se presiona Aceptar (Dest3), realizando así el cambio. El botón **Cancelar** (Dest4) Cerrara la ventana.

Estación Meteorológica

Seleccionar Municipio

Provincia Pinar del Río Dest1

Municipio Sandino Dest2

Código

Nombre

Posición (Longitud)

Posición (Latitud)

Dest3 Dest4

Aceptar Cancelar

Fig. 7- Estación Meteorológica.

5. Datos Auxiliares.

Los **Datos Auxiliares** permiten una mejor organización de la información de la Base de Datos, Son Entidades imprescindibles para cumplir con los parámetros que exige la Norma Cubana (NC 242, 2005) sobre los datos tecnológicos necesarios para realizar los inventarios de emisiones de fuentes estacionarias.

Se incluyen entre estos datos:

- Empresa.
- Establecimiento.
- Organismo.
- Solventes.
- Combustibles.
- Procesos.

Para acceder a ellos se utilizan las opciones del Menú **Datos Auxiliares** o los botones de la **Barra de Herramientas**.

5.1 Empresas.

La **Empresa** es la entidad a la que está subordinada el Establecimiento, pertenece a los **Datos Auxiliares**, se Accede a su Interfaz mediante la opción **Empresa del Menú Datos Auxiliares** o mediante el botón correspondiente en la **Barra de Herramientas**. Al utilizar alguna de estas variantes, se mostrará la ventana de la (Fig. 8), Se selecciona la Provincia (Em1), el Municipio (Em2), y el Organismo (Em3); mostrándose así las Empresas (Em4).

Código	Nombre	Dirección
1101	Empresa de productos lacteos y confiteria	km 1/2 Carr Borrego
1102	Empresa de bebidas y licores	km 1/2 Carr Borrego

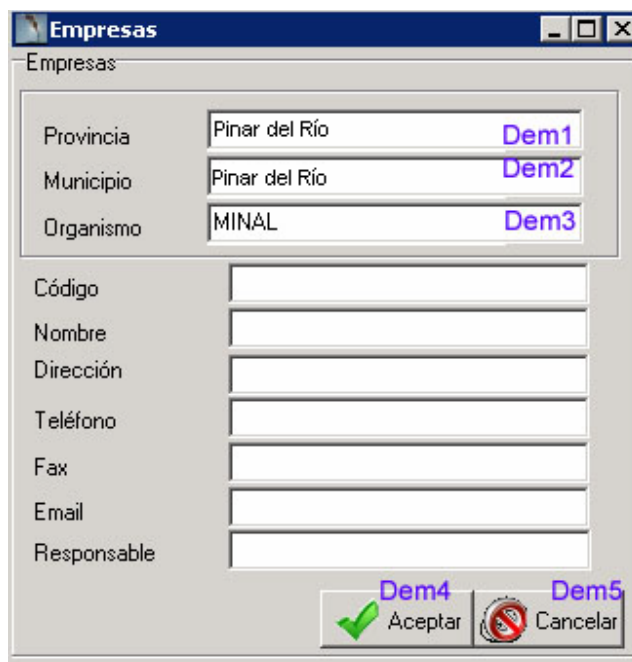
Fig. 8- Empresas.

Adicionar Empresas.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (Em5) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig 9). Se completan los campos. Se presiona Aceptar (Dem4) para completar la adición. **Cancelar** (Dem5) Cierra la Aplicación.

Modificar Empresas.

Se selecciona la Empresa en Em4 y se ejecuta el botón **Editar** (Em6) y el sistema mostrará la ventana de la (**Fig 9**). Se modifican los campos y presiona Aceptar (Dem4) para completar la Modificación. **Cancelar** (Dem5) Cierra la Aplicación.



Provincia	Pinar del Río	Dem1
Municipio	Pinar del Río	Dem2
Organismo	MINAL	Dem3
Código		
Nombre		
Dirección		
Teléfono		
Fax		
Email		
Responsable		

Dem4 Aceptar Dem5 Cancelar

Fig 9- Empresa.

5.2 Establecimientos.

El **Establecimiento** es la entidad donde están ubicadas las Fuentes, pertenece a los **Datos Auxiliares**, se Accede a su Interfaz mediante la opción **Establecimientos del Menú Datos Auxiliares** o mediante el botón correspondiente en la **Barra de Herramientas**. Al utilizar alguna de estas variantes, se mostrará la ventana de la (**Fig. 10**), se selecciona la Provincia (E1), el Municipio (E2), el Organismo (E3), y la Empresa (E4); mostrándose así los Establecimientos (E5).

Datos Auxiliares: Establecimientos

Provincia: Pinar del Río E1 Municipio: Pinar del Río E2

Organismo: MINAL E3 Empresa: Empresa de bebidas y licores E4

Código	Nombre	Dirección	Posición(Latitud)
E5			

Acciones E6 E7 E8 E9

Adicionar

 Editar

 Asignar Solventes

 Cerrar

Fig. 10- Establecimientos.

Asignar Solventes.

Los **Solventes** son utilizados por los **Establecimientos**. Se encuentran también entre los **Datos Auxiliares**. Se accede a su Interfaz mediante el Botón "**Asignar Solventes**" de la **Interfaz Establecimientos**. Al ejecutar esta acción se muestra la ventana de la (Fig. 11), con el Código y el Nombre del Establecimiento que se seleccionó. El botón **Cancelar** (Asol8) cierra la aplicación.

Adicionar Asignación.

Se selecciona el **solvente** en Asol3 (se puede adicionar un nuevo Solvente a la lista mediante Asol4), se completan los campos restantes y se ejecuta el botón **Adicionar** (Aso5).

Modificar Asignación.

Se selecciona el solvente en Asol3, se modifican los campos y se ejecuta el botón **Modificar** (Asol7).

Eliminar Asignación.

Se selecciona el solvente en Asol3 y se ejecuta el botón **Eliminar** (Asol6).

Fig. 11- Asignar Solventes.

Adicionar Establecimientos.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (E6) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 12). Se completan los campos, y en el caso del **Proceso** se selecciona uno de los que muestra De5 o mediante De6 se adiciona un nuevo Proceso. Se presiona **Aceptar** (De7) para completar la adición. **Cancelar** (De8) Cierra la Aplicación.

Modificar Establecimientos.

Se selecciona el establecimiento en E5 y se ejecuta el botón **Editar** (E7) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 12). Se **modifican** los campos, en los procesos ocurre similar al proceso de adición. Se presiona **Aceptar** (De7) para completar la Modificación. **Cancelar** (De8) Cierra la Aplicación.

Establecimiento

Establecimiento

Seleccionar Municipio

Provincia De1

Municipio De2

Organismo De3

Empresa De4

Código

Nombre

Tipo de Proceso De6

Dirección

Posición Geográfica (Longitud)

Posición Geográfica (Latitud)

Principales Contaminantes

☐ SOx ☒ CO ☐ MP

☐ NOx ☐ CO VDM ☐ NH3

Teléfono

Fax

Email

Responsable

De7 Aceptar De8 Cancelar

Fig. 12- Establecimiento.

5.3 Organismos.

El **Organismo** es la entidad a la que se subordina la **Empresa**, pertenece a los **Datos Auxiliares**, se Accede a su Interfaz mediante la opción **Organismos del Menú Datos Auxiliares** o mediante el botón correspondiente en la **Barra de Herramientas**. Al utilizar alguna de estas variantes, se mostrará la ventana de la (**Fig. 13**).

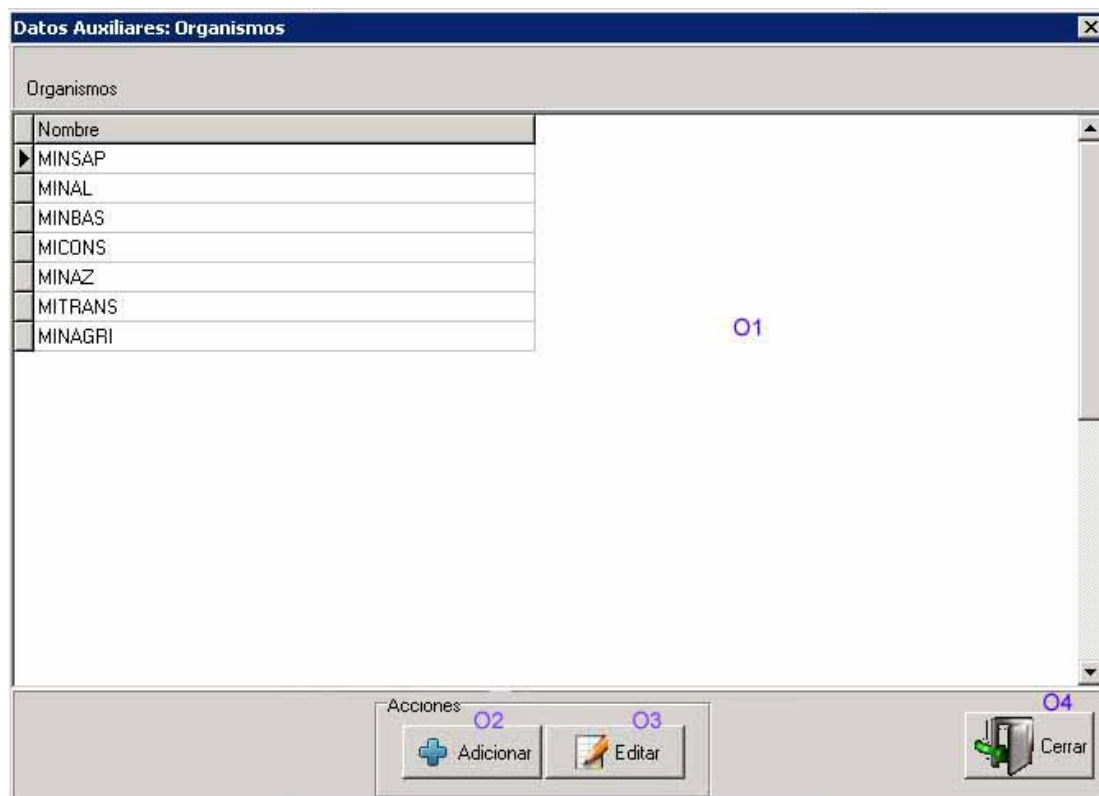


Fig. 13- Organismos.

Adicionar Organismos.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (O2) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 14). Se completan los campos. Se presiona **Aceptar** (Do3) para completar la adición. **Cancelar** (Do4) Cierra la Aplicación.

Modificar Organismos.

Se selecciona el **Organismo** en O1 y se ejecuta el botón **Editar** (O3) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 14). Se modifican los campos y presiona **Aceptar** (Do3) para completar la Modificación. **Cancelar** (Do4) Cierra la Aplicación.



Fig. 14- Organismo.

5.4 Combustibles.

El **Combustible** es el material que utilizan las Fuentes para funcionar, pertenece a los **Datos Auxiliares**, se Accede a su Interfaz mediante la opción **Combustible del Menú Datos Auxiliares** o mediante el botón correspondiente en la **Barra de Herramientas**. Al utilizar alguna de estas variantes, se mostrará la ventana de la (Fig. 15)

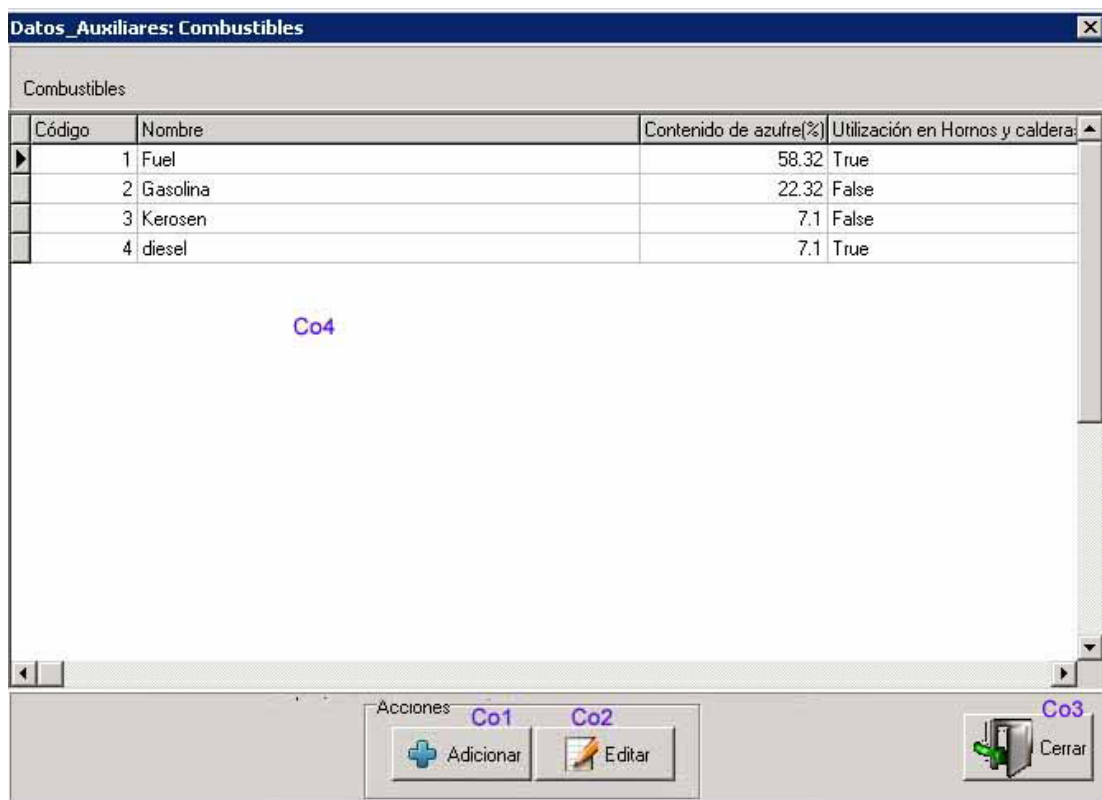


Fig. 15- Combustibles.

Adicionar Combustible.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (Co1) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 16) Se completan los campos. Se presiona **Aceptar** (Dco6) para completar la adición. **Cancelar** (Dco7) Cierra la Aplicación.

Modificar Combustible.

Se selecciona el **Combustible** en Co4 y se ejecuta el botón **Editar** (Co2) y el sistema

mostrará la ventana de la (Fig. 16). Se modifican los campos y presiona **Aceptar** (Dco6) para completar la Modificación. **Cancelar** (Dco7) Cierra la Aplicación.

Combustibles

Combustible

Código

Nombre

Contenido de Azufre (%)

Capacidad de Generación de energía (Mw/h)

☐ Utilización en hornos y calderas Dco5

Dco6
 Dco7

Fig. 16- Combustible.

5.5 Procesos.

Es el **Proceso Industrial** que realiza el Establecimiento. Se identifican por un **id** según la Norma Cubana (NC 242, 2005). Se accede a su Interfaz mediante la opción **Procesos del Menú Datos Auxiliares** o mediante el botón correspondiente en la **Barra de Herramientas**. Al utilizar alguna de estas variantes, se mostrará la ventana de la (Fig. 17).

Datos_Auxiliares: Procesos

Procesos

Código	Nombre
1110	Agricultura y ganadería
1210	Silvicultura
1302	Actividad pesquera en aguas interiores
2100	Minería del carbón
2200	Producción de petróleo y de gas natural
2301	Minería del hierro
2302	Minería no ferrosa
2901	Extracción de piedra y arcilla
2902	Extracción de minerales
2909	Minería sin clasificación en otra parte
3111	Matadero, preparación y conservación de carnes
3112	Fabricación de productos lácteos
3113	Enlatado y conservado de frutas y verduras
3114	Enlatado, conservado y procesamiento de peces
3115	Fabricación de grasas y aceite animal, vegetal
3116	Industria Molinera
3117	Panadería
3118	Centrales azucareros

Pr1

Acciones Pr2 Pr3 Pr4

Fig. 17- Procesos.

Adicionar Proceso.

Se ejecuta el botón **Adicionar** (Pr2) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 18). Se completan los campos. Se presiona **Aceptar** (Dpr3) para completar la adición. **Cancelar** (Dpr4) Cierra la Aplicación.

Modificar Proceso.

Se selecciona el Proceso en Pr1 y se ejecuta el botón **Editar** (Pr3) y el sistema mostrará la ventana de la (Fig. 18). Se modifican los campos y presiona **Aceptar** (Dpr3) para completar la Modificación. **Cancelar** (Dpr4) Cierra la Aplicación.

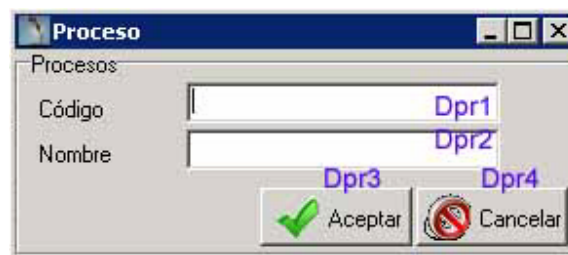


Fig. 18- Proceso.

6. Seguridad.

Cambiar Contraseña.

Se accede a esta función mediante la opción **Cambiar Contraseña del Menú Seguridad** que muestra la ventana de la (Fig. 19). Para **Cambiar Contraseña** es necesario estar en el **Grupo Administradores**. Si esto se cumple se procede a seleccionar el Usuario en C1. Se introduce la contraseña vieja en C2, y la **nueva** en C3. Se procede a ejecutar el botón **Aceptar** (C3). **Cancelar** (C4) aborta la acción.



Fig. 19- Cambiar Contraseña.

Nuevo Usuario.

Se accede a esta función mediante la opción **Nuevo Usuario del Menú Seguridad** que muestra la ventana de la (Fig. 20). Para crear un **nuevo Usuario** es necesario estar en le **Grupo Administradores**.

Se Introduce el nombre de la cuenta en N1, Se selecciona el Grupo en N2, se introduce la contraseña en N3 y se presiona **Aceptar** (N4). **Cancelar** (N5) aborta la acción.



Fig. 20- Nuevo Usuario.



**INSTITUTO DE
METEOROLOGIA**

Telef: 8686689, Piz: 8686400 al 445

Fax: 66 8010 y 867 0710

E-mail: meteo@insmet.cu

Loma de Casablanca, Regla,

Ciudad de la Habana. Cuba.

Apdo. 17032, C.P.11700, Habana 17

**CECONT Centro de Contaminación y Química Atmosférica
Instituto de Meteorología - CITMA**

TUTOR

Lic. Osvaldo Cuesta Santos, Doctor en Ciencias Meteorológicas. Investigador y Profesor Titular.

Especialista: Medio Ambiente Atmosférico.

Centro: Instituto de Meteorología.

TESIS

Sistema Automatizado de Gestión de Información sobre
Fuentes Contaminantes (SAGIFC)

Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Nuevas Tecnologías para la
Educación

Aspirante: Ing. Dagoberto Rodríguez Valdés

Institución autorizada: Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”

OPINION DEL TUTOR

El aspirante ha demostrado un elevado grado de independencia al elaborar su trabajo de tesis y en la realización de su investigación.

Ha utilizado adecuadamente la bibliografía y se ha actualizado en los temas relacionados con el control de la calidad del aire.

Ha demostrado habilidades en la investigación, diseñando adecuadamente el programa para la toma de muestras en función del objetivo propuesto. Ha aplicado correctamente los conocimientos adquiridos durante su trabajo de tesis.

Los resultados de la presente tesis constituyen un aporte científico - práctico y ambientalista relacionado con la calidad del aire en la provincia de Pinar del Río, contribuyendo a la obtención de:

- Una Base de Datos normalizada que permita la gestión de la información acerca del inventario de emisiones contaminantes.
- Crear el sistema automatizado (SAGIFC).
- Confeccionar un manual de usuario para facilitar el aprendizaje del sistema.
- Obtener la información a partir del inventario de emisiones de las fuentes industriales estacionarias.

La aplicación de esta tesis servirá de base para realizar estudios sobre contaminación atmosférica, la misma será de gran aplicación en la gestión ambiental (planeamiento urbano, ubicación de las fuentes) de las regiones de estudio, también ayudará a estudiar la influencia de ésta sobre diversas enfermedades y sus posibilidades de prevenirlas, contribuyendo así, a elevar el sistema de vigilancia epidemiológico, y a la toma de decisiones en el campo de la gestión del medio ambiente atmosférico.

Por la dedicación y disciplina mostrada en su trabajo de investigación y por los resultados científicos alcanzados a través de sus publicaciones, presentaciones en eventos científicos nacionales y extranjeros y en la ejecución exitosa de su tesis; opino que el aspirante reúne los requisitos para optar por el título académico de master.

Fraternalmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O. Santos', enclosed within an oval-shaped flourish.

Tutor: Dr. Osvaldo Cuesta Santos

Investigador titular, Instituto de Meteorología

Avales



Aval de Usuario:

Sirva la presente para hacer constar el trabajo realizado por el maestrante **Dagoberto Rodríguez Valdés**.

El mismo desarrolló el diseño e implementación del software **SAGIFC**, el cual tenía como objetivo fundamental determinar las emisiones originadas por las fuentes industriales estacionarias dentro de las zonas escogidas para realizar el estudio (ciudad Pinar del Río y ciudad Sandino), además de constituir una herramienta para ejecutar los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos para fuentes industriales estacionarias de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés (**EPA**). El trabajo se logró con gran éxito ya que cumplió con los objetivos trazados, cabe añadir que el mismo cuenta con alto rigor científico, ello lo constata la bibliografía consultada haciendo un análisis profundo desde las tendencias internacionales, hasta nuestro país en general, centrando la atención en nuestra provincia, plasmando toda esta información en los antecedentes de la tesis, por otra parte a la hora de concebir el presente trabajo se decidió, diseñarlo para que pueda ser utilizado en todo el país, ya que este es un problema generalizado, es decir no limitarlo a una provincia en específico, atendiendo a que en Cuba no se cuenta con un software con las características tan específicas que aparecen en SAGIFC. Para el Centro Meteorológico Provincial (CMP) y la rama de la Meteorología en Cuba, será un gran paso de avance contar con este trabajo, por lo antes planteado.

Todo el planteamiento anterior se encuentra avalado por las participaciones de este trabajo en los siguientes eventos:

Eventos:

- Evento CONTAT'07. En Saludo al 5 de Junio del 2007. Día Mundial del Medio Ambiente. Centro de Contaminación y Química Atmosférica de Cuba. Instituto de Meteorología. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Sociedad Meteorológica de Cuba. Ciudad de la Habana. Cuba. Junio 2007.
- VIII Congreso Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de

Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACIS). Hotel Habana Libre Trip. Ciudad de la Habana. Cuba. Mayo 2007.

- Taller Tiempo-Clima-Contaminación Atmosférica y Salud. Centro Meteorológico Provincial. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación Territorial. Provincia Pinar del Río. Municipio Pinar del Río. Cuba. Mayo 2007.
- Pre-Congreso de la VI Convención sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación Territorial. Provincia de Pinar del Río. Municipio de Pinar del Río. Cuba. Marzo 2007.

Publicación:

- Rodríguez, D., Echevarria, L. (2007): Sistema Automatizado de Gestión de Información sobre Fuentes Contaminantes (SAGIFC). CD Memoria del VIII Congreso Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y VI Congreso Nacional de la Asociación Cubana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACIS). Hotel Habana Libre Trip. Ciudad de la Habana. Cuba. Mayo 2007.



Dr. C. Osvaldo Cuesta Santos
Director CECONT
Instituto de Meteorología

